TPM Volumen-4

Mantenimiento Preventivo Total

Jishu-Hozen

Edición 2018a

Koichi Kimura

Este trabajo está licenciado bajo la Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). To view a copy of this license, visit https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es_ES y http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/ y https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode . Este trabajo consiste en 64 páginas. Autor: Koichi Kimura. **Japón, Julio de 2018**. Traducción, Adaptación y Edición: Eduardo L. García. **España y Holanda Julio de 2018**.

Sensei Koichi Kimura: Consultor Internacional del TPS (Sistema Productivo Total), TQM, TPM (Mantenimiento Productivo y Preventivo Total), Kaizen y Experto Gestión de Fábrica (Factory Management) y en la introducción y fijación de las mismas a través del crecimiento personal y asistencia a la gestión de la organización de cambio

El Sensei Koichi Kimura trabajó en el Gemba de producción durante más de 45 años durante los cuales desarrolló el sistema de producción JIT como proveedor de Toyota, Honda, etc., en el difícil y variable campo de los sistemas de cableado de automoción en Sumitomo Corp. desde la posición como un joven ingeniero hasta incluso como Gerente General pasando por consultoría interna y externa.

Al momento de la publicación y sobrepasando los 74 años de edad, continúa trabajando en la difusión y en la difusión del conocimiento de los métodos originarios de Japón y aprendido de los pioneros, incluso ahora continúa trabajando como consultor internacional, como durante los últimos 22 años en más de 11 países, también en el entrenamiento, como conferenciante y escritor. Incluso ahora, continúa experimentando e investigando métodos innovadores y creciendo en el campo de la Dirección de Producción y estructuración corporativa.

Factory Management Institute

COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Título de la Versión Española:
Factory Management - TPM Mantenimiento Preventivo Total. Volumen 4 -2018a
Jishu-Hozen

Title of English Version:
Factory Management - TPM Total Preventive Maintenance. Volume 4 -2018a
Jishu-Hozen

Autor/Author:
Koichi Kimura – JAPÓN/JAPAN © 2018
https://jp.linkedin.com/in/kouichi-kimura-2ba37152/en

Traducción, Edición y Adaptación de la versión Española:
Translation, Edition and Adaptation of the English version:
Eduardo L. García – España/Spain © 2018
https://es.linkedin.com/in/edulgg

El Documento ha sido editado para su impresión en Doble Cara sobre DIN-A4 + Encuadernación
This Document has been edited to Double-Side Printing over DIN-A4 + Bookbinding

"Factory Management Institute" es una organización en período de constitución a la fecha de la publicación de este trabajo: 1 de junio 2018. www.factorymanagementinstitute.com

"Factory Management Institute" is an Organization in the Period of Incorporation at the date of publication of this work: June 1st, 2018. www.factorymanagementinstitute.com

Nota Legal: *Las marcas registradas mencionadas en este texto son propiedad de sus respectivos dueños.*
Legal Notice: *Trademarks mentioned in this text are the property of their respective owners.*

INTERNET ARCHIVE

Haga clic en la imagen para ver todas las lecturas del Factory Management Institute de Koichi Kimura, cargada permanentemente y para siempre en Internet-Archive.org
Click on Image or Scan QR-code to see all Factory Management Institute Lecture by Koichi Kimura, permanently & forever uploaded into Internet-Archive.org

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

CONTENT

I. Introducción 7
II. La imagen ideal del PM o del TPM 9
El Aire y las Circunstancias. 10
¿Cuáles son las Circunstancias necesarias? 10
Y… ¿Cuál es El Aire necesario? 10
III. El despliegue de Jishu-Hozen 11
Los elementos del TPM 11
El operador ideal 11
Cualificación y prueba nacional de un "Técnico de Mantenimiento de Máquinas" 12
Clasificación de las Cualificaciones en Exámenes 13
Contenido y materia de los exámenes 13
Grado Especial 13
Del Primer al Tercer Grado 13
Examen práctico 13
Trabajo de Mantenimiento del Sistema Mecánico 14
Electrical maintenance work 14
Trabajo de diagnóstico de máquinas y equipos 15
IV. Jishu-Hozen 17
V. Pasos para la introducción de Jishu-Hozen 23
1) Enseñar y formar sobre el método correctivo de la unidad en la seguridad, la configuración y la calidad. 24
2) SEISO. 24
La historia de mi viejo amigo 27
Antecedentes… ¿Por qué Bridgestone cambió su estrategia? 28
Qué pretende esta compañía? 28
Análisis de la causa de la falla de la llanta, tipo de mineral 29
Combinación de AI & Robot 29
¿Puede la IA, en sí misma, mejorar el campo del hemisferio derecho del cerebro? 30
El Comportamiento humano en Robots 30
Habilidades al conocer el resultado 33
Perseguir la perfección de la elaboración maestra 34
Sistema Quirúrgico Da Vinci 36
Diagnóstico de anormalidad mediante el ruido 36
PM & Jishu-Hozen, primer paso 37
Resumen de la participación de IA & IoT & Robot en PM y Jishu-Hozen 38
VI. El entrenamiento en Jishu-Hozen. 41
Enseñar y entrenar de reparación básica y el mantenimiento. 41
a) Ajuste apropiado del perno. 41
El Informe del accidente. 41
Entrenando el apriete apropiado del perno. 43
Objetivo del entrenamiento y propósito 43
Personal objetivo y requerimientos previos del entrenamiento 44
Personal objetivo: 44
Requerimientos previos: 44
1.1.- Fuerza axial 45
1.2.- Resistencia mecánica del perno y la tuerca 45

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Rotura del Perno + Tuerca. 46
Proportional limit / Límite Proporcional 47
Yield point / Límite aparente de elasticidad, punto de rendimiento o punto límite de fluencia 47
1.3.- Relación entre alargamiento del perno y fuerza axial 48
Todos los Pernos tienen una marca como la expuesta. 49
Clasificación de la Fuerza: 49
2. Par de apriete y fuerza axial 50
2.1.- Control del par de apriete 50
Ejemplo: 50
2.2.- Influencia del coeficiente de fricción en la fuera axial 53
Por ejemplo: 54
Por ejemplo, en las condiciones anteriores: 54
2.3.- Trabajo de apriete del perno y tuerca 55
Entrenamiento del trabajo de apriete. 55
Preparación 55
Procedimiento de entrenamiento 55
Método de medición del Reajuste 55
Método del Punto T 56
Máquina de entrenamiento de apriete de pernos 57
3. Conociendo la Fuerza Axial y el coeficiente de alargamiento 59
3.1.- Apriete de la tuerca por control de ángulo de rotación 59
3.2.- Apriete Plástico 59
Método de Torque: 60
Método de Ángulo de Rotación: 60
Método de Gradiente de Par: 60
Comparación del Coeficiente Q de apriete: 61
Ajuste Plástico 62
4.- Paro de aflojamiento para mantener la fuerza axial 62

Iconos:

Notas: Notas aclarativas complementarias al tema principal. Ida y Vuelta al tema principal.

Indica el tercer nivel del tema tratado, para proporcional mayor claridad en la estructura del texto.

Niveles inferiores del tema tratado, normalmente el 6º o el 7º nivel. También es utilizado en lugares donde es necesaria una atención especial sobre esquemas, definiciones, fotografías o gráficos.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Tabla de actualizaciones:

Fecha, Versión previa y siguiente	Capítulo (I..XX...)	Punto o sib-punto en el capítulo: (Updating)

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

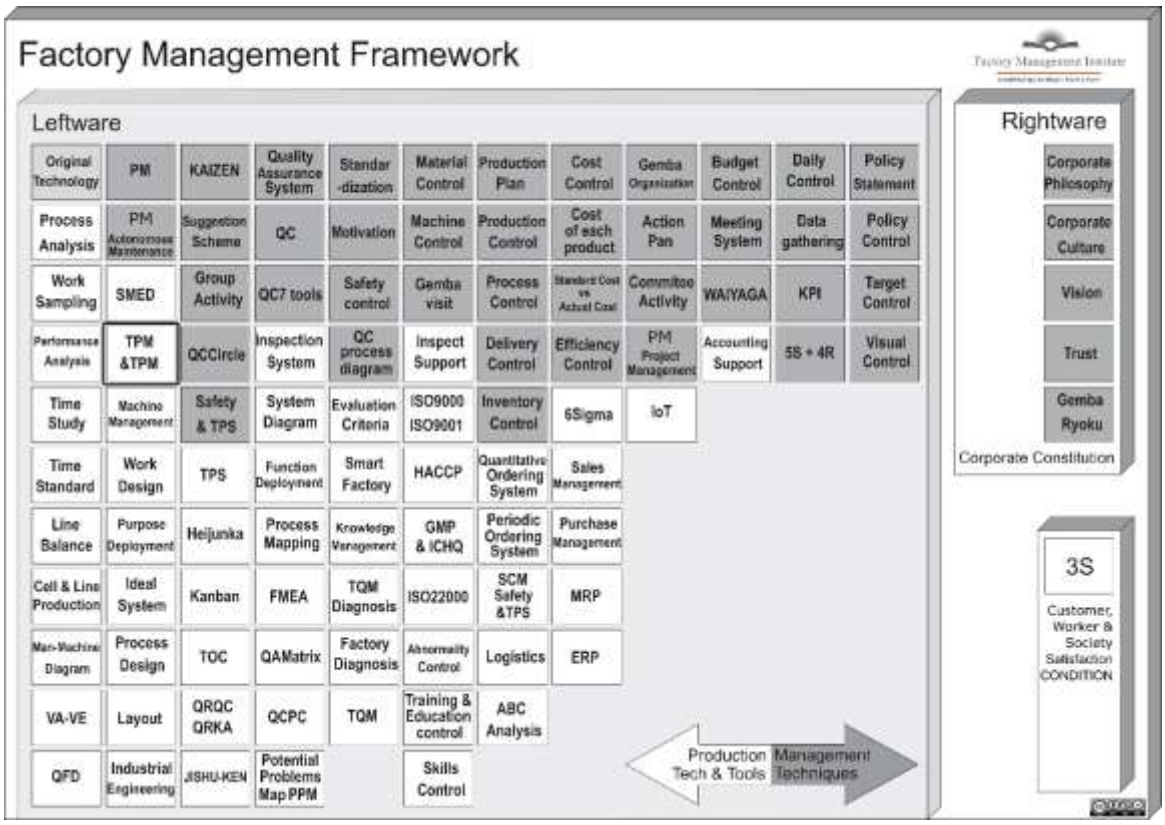
Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

I. Introducción

Hace algún tiempo visité una empresa. Esa empresa tiene estaba en sociedad con SUMITOMO Electric Industries. Y, SUMITOMO Electric Industries es la empresa madre de mi empresa anterior, SUMITOMO Wiring Systems.

Cuando visité esa empresa, quedé muy impresionado con su actividad de PM. Y no es exagerado decir que esta visita fue mi puesta en marcha en el estudio del TPM.

Y es bastante natural que mi actividad de Gemba y mi enseñanza estén influenciadas por la actividad de esta empresa. Entonces, esta descripción de TPM también se basa en esta visita y aprendizaje.



En esta columna describiré el tema de ***Jishu-Hozen*** (自守保全) que siginifica Mantenimiento Autónomo:

- ***Ji-Shu*** (自主): Autónomo.
- ***Hozen*** (保全): Mantenimiento.

El significado de ***Jishu-Hozen*** es Mantenimiento de la Maquinaria por Sí Misma. Desde esta definición, el límite entre **Mantenimiento Preventivo (PM)** y **Mantenimiento Preventivo Total (TPM)** es muy difusa.

Koichi Kimura
Junio de 2018

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

"El propósito del **Mantenimiento Preventivo Total (TPM)** es mantener la capacidad de producción para hacer las cosas necesarias a producir, en el tiempo necesario de producción y en la cantidad necesaria a producir"

Koichi Kimura

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

II. La imagen ideal del PM o del TPM

Ahora, por favor, imagine ... ¿Cuál sería la imagen ideal de PM o TPM?

Más concretamente, TPM es la actividad de PM en "la participación de todos" desde los trabajadores del Gemba producción hasta la alta dirección.

La actividad del lado de la Administración (Gema de Oficina) y que ya presenté en TPM-3 no es relativamente difícil.

La mayoría de las dificultades y la actividad esencial es la producción de Gemba, incluida la sección de mantenimiento. En particular, la participación y la cooperación de los operadores de las máquinas es esencial, ya que son los que tocan y manejan máquinas.

Por lo tanto, es posible decir que sin la cooperación del operador no es posible realizar TPM.

Ahora de nuevo... ¿Cuál es la imagen ideal del Operador para TPM?

Hay 4 condiciones de Operador Ideal.

1. Detectar anomalías como anomalías y detener la máquina antes de avería y / o defecto.
2. Poder resolver problemas y recuperar la función de la máquina por sí mismos o al menos Juzgar rápidamente la posibilidad de auto-mantenimiento y llamar a la ayuda del ingeniero de mantenimiento si no es posible.
3. Poder configurar las condiciones necesarias.
4. Poder mantener la condición y el control de la máquina.

¿Hay tal operador ideal? Y… ¿es posible identificar a ese operador ideal? ... Y la respuesta a ambas preguntas es Sí. Por supuesto, existe y es posible en base a la imagen ideal es el objetivo ***de Jishu-Hozen***.

Para desarrollar e identificar a estos operadores, el esfuerzo de ambos lados, desde el lado de la Gerencia y desde el lado del Gemba, es esencial.

Y como esfuerzo lateral de la Gerencia están...

- Primero sería la participación a través del control KPIs que ya escribí en el TPM-3.
- Otra de las tareas importantes es crear y establecer El Aire y las Circunstancias.

En todo caso, constituir El Aire (la atmósfera) y las Circunstancias es relevante, si bien la mayor parte del desarrollo de las personas se hace con las Circunstancias.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

El Aire y las Circunstancias.

Una de las tareas secundarias más importantes de la administración es proporcionar estos dos elementos.

En primer lugar, se requiere que el lado directivo proporcione Las Circunstancias para introducir o mejorar la actividad de TPM.

¿Cuáles son las Circunstancias necesarias?

- La Filosofía de la compañía, Política, 5Ss, Control visual, Tablón de anuncios (información, gráficos y gráficos)
- Inversión a la actividad de los Comités (Seguridad, 5Ss y Kaizen), y ...
- Inversión en Educación y Capacitación, Evaluación de habilidades e Incentivos.

Y… ¿Cuál es El Aire necesario?

Una vez que escribí en alguna parte. Por encima de las circunstancias necesarias se debe plantear para ser como "aire" que no se siente en una vida, pero es absolutamente necesario.

Un trabajador puede no ver su tablón de anuncios. Pero es esencial mantener y mantener el tablón de anuncios y continuar enviando información.

Entonces,

- The Air;
- La cultura corporativa, y finalmente;
- La cultura Gemba;

... se regeneran en un esfuerzo continuo.

Y es necesario que llevarlo a cabo en el Gemba. ¿Pero cómo?

Por lo tanto, recomiendo establecer y fomentar la actividad del comité en el Gemba de Producción y no renunciar a la inversión en personas.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

III. El despliegue de Jishu-Hozen

¿Cómo podemos implementar y estabilizar a ***Jishu-Hozen***? ... De nuevo, el significado de ***Jishu-Hozen*** es la actividad de mantenimiento por parte del operador mismo. Aunque, antes de entrar en este tema, presentaría algunos conceptos.

Los elementos del TPM

¿Cuáles con los elementos involucrados en el TPM?...

- Maquinaria el equipos, Herramientas, Materiales, Plantillas e instrumentos medición, y;
- Los propósitos son:
  - Reducción de los problemas;
  - Expansion e incremento del ciclo de vida, y;
  - Reducción del coste de mantenimiento.

El operador ideal

En la página anterior, describí la imagen del operador ideal y también la importante tarea desde el lado de la gerencia, que es invertir en las personas (educación y capacitación y evaluación e incentivo de habilidades).

Un poco más, introduciría estos temas en el caso japonés ... En Japón existe una calificación nacional de "***Técnico de Mantenimiento de Máquinas***".

No pude encontrar esa calificación nacional en los USA o el Reino Unido. Pero probablemente existan calificaciones nacionales similares. En Alemania está el sistema Meister[1]. Pero su contenido es bastante diferente a la calificación de un técnico japonés de máquinas y equipos.

Las empresas excelentes alientan a los operadores a conseguir la adquisición de esta calificación.

Al presentar esto, una vez más, confirmaría la imagen ideal y el contenido del técnico de mantenimiento de la máquina y el equipo.

[1] **Maister Craftsman:** In Germany and Austria, the word Meister also assigns a title and public degree in the field of vocational education. The German Meister title qualifies the holder to study at a *University of Applied Sciences -UAS-*, whether the Meister holds the regular entry qualification or not. In 2012 the commissions of the states and the federal government, also the associated partners, concluded that the "Meisterbrief" is equivalent a bachelor's degree, *ISCED 6).*
The Master craftsman is the highest professional qualification in crafts and is a state-approved grade. The education includes theoretical and practical training in the craft and, also, business and legal training and includes the qualification to be allowed to train apprentices as well. The status of Master craftsman is regulated in the Crafts and Trades Regulation Code. To become a Master Craftsman usually requires vocational training in the specific crafts in which the examination should be taken (Gesellenprüfung). In addition to attaining the journeyman (Geselle) degree, until 2004 the Crafts and Trades Regulation Code did furthermore require practical experience of 3 years as a journeyman. In the German field of Meister education specialised training courses for the Meisterprüfung ("Meister examination") can be followed. The duration of the courses can take 1 to 2 years. The examination includes theoretical, practical and oral parts and takes 5 to 7 days (depending on the craft). In some crafts the creation of a masterpiece is also part of the examination.
https://en.wikipedia.org/wiki/Meister

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Cualificación y prueba nacional de un "Técnico de Mantenimiento de Máquinas"

El técnico de mantenimiento de maquinaria es una calificación nacional que certifica la capacidad de realizar el mantenimiento de las máquinas instaladas en fábricas y es una calificación otorgada por una sola entidad nacional en régimen de monopolio. Hay tres ocupaciones de mantenimiento de la máquina que son; El trabajo de mantenimiento mecánico, E trabajo de mantenimiento del sistema eléctrico y El trabajo de diagnóstico de máquinas y equipos.

Hay diferentes grados; Grados Especial y desde el Primer a Tercer grado (el tercer grado es referente al trabajo de mantenimiento mecánico del sistema, solo el mantenimiento del Sistema Eléctrico), y el Grado Especial tiene el grado de habilidad que el encargado o el supervisor debería tener normalmente. Desde el 1º al 3º grado se clasifican como el grado de habilidad que normalmente deberían tener técnicos avanzados, técnicos intermedios y técnicos principiantes, respectivamente.

Para adquirir las calificaciones, es necesario aprobar tanto la prueba práctica como el examen de la prueba de habilidad. En estos, el examen del tema está exento de asistir y completar el "curso de formación profesional certificada a corto plazo y el curso de mantenimiento de la máquina" realizado por JIPM (Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas).

La foto de la derecha[2] es una prueba práctica de habilidad sobre sistemas eléctricos. Aunque, hay variaciones dependiendo de los años, hay alrededor de 30.000 examinados cada año.

La foto de la derecha es un examen sobre las habilidades mecánicas[3].

Estas personas son como los representantes de la compañía.

[2] Picture taken from an open website. Free of Rights.
[3] Picture taken from an open website. Free of Rights.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Clasificación de las Cualificaciones en Exámenes

- Grado Especial: Después de conseguir el 1º Grado y habiendo pasado 5 años de experiencia práctica;
- 1º Grado: Después de 7 años de experiencia práctica;
- 2º Grado: Al menos después de 2 años de experiencia práctica;
- 3º Grado: Al menos dos años de experiencia práctica.

El número de años de práctica depende del bagaje de formación profesional y de la formación académica.

Contenido y materia de los exámenes

Grado Especial

1. Control de proceso;
2. Gestión del trabajo;
3. Control de calidad;
4. Control de costos;
5. Gestión de la seguridad y la salud y conservación del medio ambiente;
6. Instrucción de trabajo;
7. Gestión de máquinas y equipos;
8. Tecnología en el Gemba de Producción para el mantenimiento de la máquina.

Del Primer al Tercer Grado

1. Máquina General
2. Eléctrico General
3. Método de mantenimiento de la Máquina General
4. Material General
5. Seguridad y salud
6. Materias electivas (a elegir una de las siguientes)
   i. Método de mantenimiento mecánico
   ii. Método de mantenimiento del sistema eléctrico
   iii. Método de diagnóstico del equipo (Grado 1, Grado 2 solamente)

Examen práctico

• Grado Especial: Prueba de papel, control de procesos, gestión del trabajo, control de calidad, gestión de costes, gestión de seguridad y salud, instrucción de trabajo y gestión de máquinas y equipos.

• Grado 1º a Grado 3º: Se realizará para cada tipo de trabajo.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Trabajo de Mantenimiento del Sistema Mecánico

• Grado 1º:

Determinar la condición necesaria del aceite y el lubricante, determinar la causa del defecto que ocurre en los elementos constitutivos principales de la máquina, desarrollar el método de inspección para l momento de una anormalidad en la máquina, realizar el juicio de la/s causa/s y diseñar las contramedidas, determinar las características del dispositivo de sellado, el método de uso, etc.

• Grado 2º:

Determinar la condición necesaria de uso del lubricante, determinar la causa del defecto que ocurre en los principales elementos constitutivos de la máquina, determinar el método de inspección en el momento de la anomalía de la máquina, realizar el juicio de la/s causa/s y diseñar las contramedidas, determinar las características del dispositivo de sellado, el método de uso, etc.

• Grado 3º:

Determinar el Tipo y nombre de la pieza y la herramienta para juzgar la anomalía, el instrumento de medición, determinar la manera y el método de lubricación y el tipo de lubricante, determinar el rodamiento, el perno, la llave, el pasador, el dispositivo de sellado, determinar el dispositivo neumático y la imagen de la válvula indicada.

Electrical maintenance work

• Grado 1º:

Tarea 1 y 2: Ensamblar un circuito sobre una secuencia y una tabla de tiempos, usando el controlador lógico programable (PLC) y cargar el programa. Además, agregar las especificaciones indicadas. En la Tarea 1, se realizan operaciones de cableado de 3 entradas y 4 salidas y se carga un programa sobre una tabla de tiempos básicos. En la Tarea 2, el circuito de la tarea 1 se utiliza para hacer tres cambios de especificación detallados.

Tarea 3: Comprobar relés y relés temporizadores. También verificar el circuito de secuencia de contacto y reparar la pieza defectuosa. Juzgar defectos de los relés y los temporizadores y las respuestas de los mismos controladores. Un buen punto de relé y un temporizador se utilizan en este momento para desarrollar un circuito mediante contactores, se presenta un diagrama de tiempo, y se realizan tres operaciones de corrección de cableado (desconexión, sin cable, falta de cableado)

• Grado 2º:

Tarea 1 y 2: Ensamblar un circuito sobre una secuencia y una tabla de tiempos, usando el controlador lógico programable (PLC) y cargar el programa. Además, agregar las especificaciones indicadas. En la Tarea 1, se realizan operaciones de cableado de 3 entradas y 3 salidas y se carga un programa sobre una tabla de tiempos simple. La Tarea 2 resulta igual que en el Grado 1º.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Tarea 3: Comprobar relés y relés temporizadores. También verificar el circuito de secuencia de contactos y reparar la pieza defectuosa. Aunque, e n este caso, solo el gráfico de tiempo en el Grado 1. En el Grado 2 es un diagrama simple, porque el diagrama de cableado se presenta antes de la prueba.

• Grado 3º:

Tarea 1: De acuerdo con las especificaciones indicadas, usar un relé y un temporizador en la placa de prueba para conectar los 2 puntos de entrada y los 2 puntos de salida, completar el circuito y luego activarlo.

Tarea 2: Cambiar la instrucción del circuito de secuencia de contactos. (Tarea 1 y Tarea 2 en total)

Tarea 3: Después de inspeccionar el relé y el temporizador dados, y usando un medidor de circuito (Tester) y una placa de prueba y rellenar la hoja de respuestas, inspeccionar y restablecer el circuito de secuencia de contactos.

Trabajo de diagnóstico de máquinas y equipos

El trabajo de mantenimiento de la máquina debe poder juzgar y detectar la presencia o ausencia de síntomas y anomalías a partir de datos numéricos de los instrumentos de medición especializados en los contenidos relacionados con la tecnología de diagnóstico de instalaciones, que se enfatiza en los últimos años

Aunque el rango del 1º y 2º Grado es común, la pregunta del primer grado es más difícil que el Grado 2 y la cantidad de preguntas también mayor.

- Primer grado:
  - Preguntas relacionadas con la formulación del plan de diagnóstico de maquinaria y equipo
  - Preguntas relacionadas con el ajuste para la recolección de datos por medición de vibración
  - Preguntas relacionadas con la recopilación de datos por método de prueba de medición de aislamiento
  - Preguntas relacionadas con la recopilación de datos requeridos para el análisis de contaminación por hidrocarburos
  - Preguntas relacionadas con la selección y aplicación de métodos de inspección para la recopilación de datos mediante inspección no destructiva
  - Preguntas relacionadas con el análisis y la determinación de los datos medidos de resultados de medición de vibración de diagnóstico de precisión en rodamientos, engranajes, ejes / rotores
  - Preguntas relacionadas con el análisis y la determinación de los datos medidos de los resultados de la medición de vibración de diagnóstico simplificada en el reductor de velocidad, ventilador / soplador, bomba / compresor
  - Preguntas relacionadas con el análisis y la determinación de los datos de medición del resultado de la ejecución de medición del aislamiento en relación con cables y motores eléctricos
  - Preguntas relacionadas con el análisis y la determinación de los datos medidos de los resultados del análisis de contaminación por hidrocarburos en rodamientos, cojinetes, engranajes y compresores de tornillo

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

- Preguntas relacionadas con el análisis y la determinación de los datos asumidos sobre la inspección no destructiva
- Preguntas relacionadas con la caracterización del tipo de daño y problemas relacionados con sus factores de ocurrencia y contramedidas
- Preguntas sobre la determinación del método de mantenimiento basado en los resultados de diagnóstico del equipo

- Segundo grado:
  Aunque el rango 1º y 2º grado es una prueba común, la pregunta del primer grado es más difícil que el segundo y la cantidad de preguntas también más amplio.

Este es el resumen de la calificación nacional y la prueba nacional de "Técnico de mantenimiento de la máquina" en Japón.

Un operador ideal es el operador que obtuvo tal calificación nacional y puede usar la máquina y, también, mantenerla por sí mismo de manera suficiente.

El propósito de introducir esta calificación nacional es resaltar la importancia de invertir en las personas y, también, las habilidades y conocimientos necesarios para el mantenimiento de la máquina. Sin embargo.

En esta columna no toco el conocimiento ni la habilidad necesaria de esta calificación nacional. Porque en países extranjeros, es un obstáculo demasiado alto para obtener tal calificación nacional (o calificación similar).

Pero, por otro lado, es necesario educar a la gente de Gemba y al TPM en educación y capacitación. Por lo tanto, aquí describo el conocimiento y las actividades mínimos necesarios.

Ahora volvemos a ***Jishu-Hozen***...

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

IV. Jishu-Hozen

Una vez más, veamos el caso de mi empresa anterior… En la etapa de Desglose de mantenimiento, en el Gemba el fenómeno de "*Un operador es una persona que rompe la máquina y un ingeniero de mantenimiento es una persona que lo repara*".

La capacidad de Gemba de esta situación es muy primitiva y de baja confiabilidad del proceso y muy costosa, debido a procesos de producción poco confiables e inestables, defectos, reparaciones y pérdidas por desecho y eliminación.

Entonces, es muy natural que una empresa considere mejorar la administración de la maquinaria. Y considera y proporciona la sección especial. Esta sección sería la sección de mantenimiento y se la obliga a una recuperación rápida de la máquina con problemas. Así, entrena a los ingenieros de mantenimiento y considera la mejora de una mayor optimización de las máquinas costosas.

Así, la organización se da cuenta de que los problemas de la máquina existen “el desgaste forzado o deterioro forzado" y "el desgaste natural o deterioro natural".

Una máquina es algo que, sin duda, debe desgastarse y romperse algún día. Pero la mayor parte del caso de problemas de la máquina son causa del "desgaste forzado o deterioro forzado" en la utilización de trabajos fuera del estándar, o bajo sobrecarga, o bien bajo una configuración incorrecta, así como sufriendo una falta de ***Seiso*** e ignorando las anomalías.

Entonces... La sección de mantenimiento considera reducir el desgaste forzado. Y para reducirlo, comienza la parte de PM en mantenimiento programado. En esta etapa, fue en la que me uní a mi compañía anterior.

Este departamento decide el ciclo de inspección y mantenimiento regular y estandariza la actividad de mantenimiento.

En paralelo, el Gemba enseña la explotación estandarizada de la unidad y llama al técnico de mantenimiento cuando ocurre una anomalía.

De esta manera, es posible mejorar el rendimiento de la máquina. Sin embargo, todavía la gestión de la máquina está en la situación de "*un operador es una persona que rompe la máquina y un ingeniero de mantenimiento es una persona que la repara*". Además, esta situación reconoce que la situación de la administración de la máquina todavía está en el "*desgaste forzado por parte del operador*".

Entonces es cuando comienza la educación básica del operador del Gemba.

Y la primera educación y capacitación es un trabajo de configuración de la unidad de trabajo, un trabajo estandarizado para evitar que la propia manera del operador auto-aprendida genere una baja eficiencia y que a veces interrumpa el funcionamiento de la máquina.

Así, se logra reducir la descomposición grave de la máquina. Pero… esto no es suficiente para acabar con las averías de la máquina y los problemas.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Es entonces cuando se despierta a la necesidad de involucrar a los operadores más profundamente en la actividad del Mantenimiento Preventivo (PM). **El objetivo de involucrar al operador es identificar y señalar el problema de la máquina**.

Así, para aumentar la capacidad del operador de descubrir las anormalidades y la capacidad de reconocer anormalidades como anormalidades correctamente, la sección del Gemba y la de Mantenimiento comienza con el OJT (Capacitación en el trabajo).

Pero… ¿Por qué involucrar a Gemba? ... Porque lo más importante es que los operadores puedan reconocer las anomalías y sentir estas anomalías como sus problemas, de forma autónoma.

De esta manera, un operador puede llegar a sentir su máquina como "su compañero".

Sé que esta teoría del espíritu del “compañero” es difícil de establecer en países extranjeros. Sin embargo, recomiendo intentarlo persistentemente.

El primer paso de OJT es, de todos modos, enseñar las siguientes anomalías que son indicios de problemas en la máquina:

- Polvo, falta de aceite y lubricante, dispersión, movimiento anormal, vibración, correa en V, doblez, inclinación, holgura, traqueteo, calor, desgaste, temblor, fuga, olor anormal, ruido, decoloración, astillas, desecho, basura, óxido cicatriz

Todos estos problemas son posibles de identificar mediante los 5 sentidos del operador.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Notas al vuelo del maestro Kimura

Desgaste natural (deterioro natural) y vida útil:

En el texto anterior, escribí como "Una máquina es algo que se debe desgastar y romper en algún momento". Pero, realmente, no es correcto.

La vida de máquina es para siempre. Cuando introduje el ejemplo del telar automático de Sakichi Toyoda, esta máquina se ha estado usando incluso después de 100 años. Y más de 200 telares automáticos originales de Sakichi Toyoda todavía están activos en Japón.

Por otro lado, existe la opinión de que una máquina debe renovarse para perseguir la productividad, la eficiencia y la velocidad, bajo el nombre de "Scrap & Built". Pero esto no está permitido en TPS (Toyota Production System).

En un momento, Toyota también persiguió una máquina automática de alta velocidad con un coste elevado. Pero como resultado, incluso Toyota sufrió dificultades de gestión durante su historia. Pero, eligió la forma de volver a su forma de gestión original que:

- JIT: produce cosas necesarias en cantidad necesaria en el momento necesario.
- Capacidad necesaria: para mantener el tiempo Takt requerido en función de JIT.
- No perseguir la máquina de alta velocidad, que resulta costosa. En lugar perseguir una máquina multifuncional de alta velocidad, se debe usar una máquina de baja velocidad y bajo coste, y una sola función y un sistema de combinación hombre-máquina para mantener el Takt Time.
- Hacer la máquina en casa tanto como sea posible.
- Importancia del trabajo de combinación hombre-máquina en Takt Time.

De esta manera Toyota eligió una constitución de línea más corta, que es más flexible a la variación de tendencia y del orden que a la línea larga cuando se pretende la producción en serie.

Esta empresa elige el camino de la flexibilidad con la velocidad para cumplir con JIT. Y tiene máquinas baratas incluyendo máquinas que ya ha completado el período de depreciación, manteniéndolas con un buen mantenimiento.

Como escribí en “Estableciendo la Corriente de Producción”, no creo que ese sistema de Toyota (como la producción bajo un Takt-Time) siempre sea aceptable para cualquier tipo de industria. Sin embargo, el siguiente concepto debríae ser aceptado por todos:

“La vida útil de la máquina es para siempre y la flexibilidad es más importante que la velocidad”.

Koichi Kimura

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Notas al vuelo del Maestro Kimura

OJT - On the job training (entrenamento en el trabajo):

A medida que utiliza OJT es uno de los medios más eficaces para la educación y la formación. Sin embargo,

Cuando miro la fábrica (incluida la japonesa), a menudo veo la incomprensión de OJT.

En primer lugar, digo que OJT no es el significado de "Principio de laissez-faire (no intervención)", pero se requiere una supervisión adecuada.

En muchas ocasiones, sí, en algunas ocasiones, escucho las siguientes palabras de los directores de recursos humanos.

—¿Cómo entrena y educa a los empleados? —Yo pregunté.

"Nuestra empresa entrena a un empleado en OJT", respondió el gerente.

Luego le pido al gerente que me muestre el ejemplo del programa y plan de estudios de trenes y educación.

—Por favor, déjame ver un ejemplo de tu plan de estudios. Creo que lo tiene para un nuevo empleado individual. Lo interrogué al gerente.

—No, mi departamento no tiene uno individual. Mi departamento lo deja a Gemba individual. Porque Gemba conoce bien la situación y los detalles de entrenamiento necesarios.

—¡Entonces!... Por favor, déjame ver el de tu departamento, como uno de ejemplo. —Volví a preguntar—, creo que tiene su plan de estudios de educación para empleados basado en la política de su departamento y la política anual corporativa.

—mmmm, no Sensei, no tenemos ese plan de estudios y programa de educación para persona individual. Al obtener nuevos empleados, capacitamos a continuación en nuestro sistema de entrenamiento, que designa a los capacitadores para nuevas personas individuales y les enseña de hombre a hombre.

—OK—asentí—. Pero creo que su departamento también necesita identificar los elementos de educación y capacitación y el sistema de evaluación de habilidades. Por ejemplo, el departamento de ventas también debe tener cierto plan de estudios, programación y evaluación de habilidades en el sistema. Y se requiere evaluar la habilidad para hablar, la habilidad de presentación, proponer habilidades, etc. —Y continué— Te digo que me dejes ver ese sistema de educación y capacitación no de otro departamento, sino del tuyo.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

—mmmm. No tengo ese pensamiento, finalmente lo reconoció.

— ¿Por qué no lo has hecho? ... Creo que la función del departamento de recursos humanos es "mejorar la organización corporativa en recursos humanos", ¿no es así? ... Y para realizar este trabajo, puede tener los contenidos del trabajo como "Planificación de recursos humanos, empleo, Educación y capacitación, Evaluación de Personal, Gestión laboral", y continué ...

—Por supuesto, podría no ser posible hacer educación y capacitación para otro departamento directamente. Sin embargo, coordinar la educación y la capacitación es la función laboral de su departamento. Y, nunca debe ser descuidado.

—Por cierto, quería hacer una observación complementaria, hice la misma pregunta a la fábrica sobre los métodos de educación y capacitación para los empleados. Y, la respuesta fue la misma para ti y fue OJT, que desafortunadamente no tiene currículum, ni cronograma, ni elementos meta.

—Entonces —terminé—, en tal situación, ¿puede implementar su trabajo "Mejorar la organización corporativa en recursos humanos"?

Lo anterior es el bosquejo de la conversación.

Una vez más, por favor tallan en su corazón que OJT es uno de los mejores y esenciales medios de educación y entrenamiento. Pero no acepta dejarlo en el Gemba relevante y requiere una supervisión y gestión adecuadas.

Por cierto, al describir el problema de entrenamiento, escribo como "educación y entrenamiento". Y no escribo solo "entrenamiento". La educación y la formación son inseparables. Y algunos libros escriben educación y capacitación como "Off-JT" (capacitación fuera del trabajo) y OJT (capacitación en el trabajo).

Sobre OJT una vez más escribiré antes de tiempo.

Koichi Kimura

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

"Un operador debe sentir su máquina como 'su compañero'"

Koichi Kimura

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

V. Pasos para la introducción de Jishu-Hozen

Según escribí anteriormente los pasos para la introducción del ***Jishu-Hozen's*** son:

1. **Enseñar y entrenar el método correctivo de la unidad productiva y configuración de seguridad y calidad estándar.**
   El objetivo es, de todos modos, evitar que la máquina se rompa y producir defectos.
2. **Enseñar SEISO y OJT de anormalidades visuales tales como "Polvo y Rayaduras".**
3. **Enseñar a utilizar las hojas de control regulares (listas de chequeo diarias, semanales y mensuales).**
4. **Enseñar el "Sistema de engrase y el Gráfico estructural" de la maquinaria.**
   El propósito de enseñar la estructura de la máquina y el sistema de lubricación es hacerles saber el mecanismo de movimiento y…
   a. Los puntos clave de la función.
   b. Los puntos clave de SEISO y mantenimiento.
   c. La importancia del engrase y lubricante, el tipo de aceite, el tiempo de engrase.
   d. El rango de normal y anormal.
      Y adicionalmente…
   e. Determinar el tipo de aceite y los distintos lubricantes
   f. Estimar la idoneidad y el correcto estado de la herramienta o el instrumento de medición
   g. Determinar el estado del rodamiento, del perno, de la llave y del pasador.
   h. … Además de los artículos de la prueba nacional de calificación mostrada anteriormente.
5. **Enseñar la relación de precisión y calidad estándar.**
   Enseñar la relación del mecanismo, el desgaste y el deterioro y los defectos causados por todos ellos.
   Enseñar SEISO diario y SEISO regular y a encontrar las anomalías.
6. **Enseñar nuevamente dibujo estructural, el sistema de engrase y el sistema eléctrico, además del sistema de aire comprimido o los flujos de aire de refrigeración o calentamiento.**
   Igual a 4).
   a. En 4), se enseña el sistema de engrase y dibujo estructural. Pero una vez más, avanzamos un poco más en el detalle de esta formación.
   b. Y adicionalmente; el esquema eléctrico, el sistema de aire y los sensores son enseñados. El propósito no es la expectativa de un mantenimiento autónomo por parte de ellos, sino agudizar la sensibilidad a las anormalidades relacionadas con la maquinaria.
7. **Enseñar y entrenar a realizar las reparaciones y el mantenimiento básicos.**
   Los artículos recomendables de entrenamiento de reparación y mantenimiento son:
   a. Aprieta el perno apropiadamente.
   b. Centrado de la polea, engranaje.
   c. Cambio de rumbo o dirección de funcionamiento.
   d. Detener el derrame de aceite
   e. Engrase apropiado.
8. **Entrenamiento de la enseñanza a otro operador de menor habilidad por un operador calificado.**
   a. El nivel de habilidad más alto es la capacidad de enseñar los elementos anteriores a los operadores de nivel inferior.
   b. Enseñar a otros es la educación y la capacitación más alta y efectiva.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Ahora, veremos uno por uno cada uno de estos puntos…

1) Enseñar y formar sobre el método correctivo de la unidad en la seguridad, la configuración y la calidad.

El objetivo es, en todo caso, evitar que la máquina se rompa y producir defectos.

(Omito esta parte…)

2) SEISO.

El propósito de SEISO en PM, que, en sí, es una actividad separa del SEISO de la actividad diaria de 5S es identificar y señalar adecuadamente las anomalías mediante una actividad de limpieza especial. Y llamamos a esta actividad SEISO (Limpieza) por medio de la expresión: "**Mantenimiento de limpieza**". Esta es la actividad inicial en TPM.

Por supuesto, el SEISO diario en 5S también es esencial para la actividad de TPM. Y es posible decir que la limpieza y el mantenimiento se correlacionan en términos de trabajo, y la limpieza se debe hacer en parejas, junto con las actividades de conservación.

En otras palabras, si realiza la "limpieza" diaria, puede captar el estado de funcionamiento / movimiento normal, se convierte en "limpieza sensible" con la incorporación del trabajo de "inspección" realizado de manera habitualmente natural y para detectar anomalías.

Así, para mantener un estado normal, es necesario un trabajo de "mantenimiento" para restaurar o reformar la anomalía, y toma la forma de "limpieza de reforma", es decir, "mantenimiento de limpieza".

Además, el mantenimiento inmediato por medio de la restauración inmediata de la situación normal y la reforma de los propios trabajadores sobre el terreno se convierte en el principio del mantenimiento, pero en caso de que sea difícil, se requiere, también, la participación del departamento de mantenimiento.

De esta manera, la actividad diaria de 5S es importante para TPM. Pero sólo la actividad diaria de SEISO en 5Ss no es suficiente para un adecuado PM y tiene un límite. El objetivo de SEISO en PM es encontrar anormalidades en una máquina completa con un tiempo limitado y se

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

requiere un SEISO completo de vez en cuando. Pero un SEISO diario en 5Ss no se puede tomar mucho tiempo y como máximo 10 minutos.

Como describiré más adelante, los artículos y puntos de SEISO en PM deben transferirse al SEISO diario con ***Kaizen***, que promueve actividades simplificadas, como las de abril fácilmente, verificar fácilmente, limpiar fácilmente, prevenir la dispersión y minimizar la dispersión. Pero, aun así, SEISO en PM no puede ser como SEISO diario en la actividad 5Ss.

Así que mi dicho es que para TPM, SEISO es esencial tanto en SEISO diario en la actividad 5Ss como en SEISO en PM que, serían dos actividades complementarias.

Por cierto, un día bebiendo Sake con un viejo y sarcástico amigo, afiló su lengua de manera maliciosa al beber un poco más de lo normal.

Deploró y me contó un episodio de su queja sobre la idea de su joven homólogo. Más tarde describo su problema. Pero ahora, este amigo me proporcionó la siguiente información:

…Tabla de la página siguiente…

Para su referencia, presento esta tabla. Así, esta tabla tiene 4 categorías que son (1) Pequeños Defectos, (2) Condición Fundamental, (3) Lugares Difíciles y (4) Fuentes de Suciedad. Y, el título de este cuadro es "¿**Cuáles son las anormalidades**?"… En resumen, al mirar una máquina, si existe alguno de los puntos anteriores dentro de cada una de las 4 categorías anteriores, la máquina está en condición de anormalidad.

El punto interesante de esta tabla es reconocer las existencias de "**Lugares difíciles y Fuentes de suciedad**" también como Situaciones de Anormalidad. Y, recomienda resolver y mejorar los lugares difíciles para un Mantenimiento Prevenido más fácil. Esta tabla es muy útil para diagnosticas una máquina y comprender los puntos de inspección necesarios en PM.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Cuáles son "Las Anormalidades"			
Elementos		Anormalidades	Detalle de las anormalidades
1	Pequeños defectos	Suciedad	Polvo y suciedad acumulada, basura, polvo, óxido, aceite, pintura
		Grieta	Rotura, Apastamientom, Deformación, Viruta, Doblez
		Soniquetes	Temblor, Salida, Título, Descentrado, Desgaste, Distorsionado, Corrosión.
		Flojedad	Tornillo y tuerca, Indicador, cubierta, correa, cadena.
		Aniormalidad	Ruido, Calor, Vibración, Olor, Decoloración, Presión, Corriente Electrónica.
		Adhesion	Obstrucción, fijación, deposición, descamación, falla en la operación.
2	Relacionadas con la condiciíon fundamental	Lubricación y Aceite	Escasez de aceite, suciedad del aceite, haces de aceite desconocidas, aceite inapropiado, fugas
		Lubricación	Aceite del puerto del filtro de aceite, obstrucción, rotura, deformación, aplastamiento de la tubería, condición de almacenamiento, defecto del equipo de engrase
		Indicador de nivel de aceite	Suciedad, aplastamiento, fuga, defecto de indicación de nivel
		Reajuste	Perdida de perno y tuerca, Caída, Defecto de enganche, Demasiado largo, Tornillo de aplastamiento, Corrosión, Arandela defectuosa, Indicación del voltaje, Tuerca doble inversa
3	Lugares difíciles	***Seiso***	Construcción de la máquina, cubierta, colocación, punto de apoyo, espacio
		Inspection	Cubierta, Construcción, Colocación, Posición del medidor, Dirección, Visualización apropiada
		Oiling	Posición de la boca de engrase, Construcción, Altura, Punto de apoyo, Boca de aceite residual, Espacio
		Reajuste	Cubierta, Construcción, Colocación, Lado, Posición del mando, Espacio
		Operación	Colocación de la máquina, Válvulas, Interruptor, Posición del mando, Punto de apoyo
		Ajuste	Posición del manómetro, termómetro, medidor de flujo, medidor de humedad, indicador de vacío
4	Fuente de suciedad	Productos	Fuga, desbordamiento, estallido, dispersión, derrame
		Material	Fuga, desbordamiento, estallido, dispersión, derrame
		Aceite	Desbordamiento / Goteo de lubricante, Hidráulico, Procesamiento de aceite, Combustible
		Gas	Fuga y dispersión de aire, gas, vapor, pH (Acidez), escape
		Lioquido	Desbordamiento, Goteo de agua, Agua caliente, Producto semiacabado, Agua de refrigeración, Drenaje, Líquido circulante
		Procesamiento	Rebabas, residuos de corte, material de embalaje, salpicadura, fuego al rojo, humo, material final, adhesivo, pintura, aceite, luz, polvo de pulido, productos defectuosos
		Otros	Por personas, por la carretilla elevadora, intrusión sin autorización en el edificio

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

La historia de mi viejo amigo

Es una historia interesante debido a diferentes formas de pensar… Pero ¿cuáles son los puntos de sus quejas?

La afirmación de su joven colega es que… —En un futuro muy cercano, llegará el tiempo en la que el actor principal sea la AI & Robot. Y esta ola llegará al campo de la producción en el Gemba. Y el actor principal podría ser AI. Por ejemplo, en TPM en el Gemba de Producción. Porque una máquina no necesita mantenimiento mediante la mejora de la AI & IoT & Robot.

Por otro lado, el viejo amigo se opone y menciona que... —No importa cómo se mejore AI & IoT & Robot, la importancia de TPM es inmutable. Es más, podría ser imposible que la AI sea el actor principal. Y, es imposible mantener una máquina por un robot en sí, a pesar de que se mejore la IA y el Robot.

Él requirió mi opinión. Y le dije... —Tal edad no vendrá tan pronto como se esperaba. Y, por ejemplo, el intercambio de las partes obsoletas o deterioradas no lo puede hacer un robot, sino por una persona. Sin embargo, una actividad de mantenimiento se está volviendo más fácil. Por ejemplo, los tres ejemplos siguientes:

- La máquina sin aceite (por ejemplo, compresor sin aceite, pala mecánica, etc.) ya está disponible comercialmente;
- Una máquina tiene la función de informar el tiempo de engrase, el tipo y los puntos de engrase de manera automática;
- Un fabricante de herramientas de máquina instala sensores en sus productos (máquinas) para recopilar los datos de qué punto, cuál es el tiempo de vida antes de la rotura. Y recopilar esos datos con IoT y por medio de computación en la nube y la tecnología de IA.

Tal información recopilada se usa para mejorar la máquina y ofrecer mejor servicio de mantenimiento. De esa forma, los fabricantes de máquinas-herramienta también están cambiando su estrategia desde la mera Venta de objetos hacia Vender objetos y sus servicios de mantenimiento asociados.

Para profundizar en esta estrategia, mostraría un ejemplo sobre la tendencia desde la venta de objetos, hacia la venta de objetos más el servicio de mantenimiento por medio de la utilización de AI & IoT.

La venta de objetos más el servicio de mantenimiento por medio de la utilización de AI & IoT.

En la actualidad, hay una nueva tendencia en la empresa industrial. Es un movimiento para comercializar no solo la venta de productos sino también el mantenimiento de los productos.

Para ver esta tendencia, presento el caso de Bridgestone, que tiene la mayor cuota de mercado de neumáticos en el mundo. Para entenderlo, escribo los antecedentes de la situación del mercado de neumáticos.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Antecedentes… ¿Por qué Bridgestone cambió su estrategia?

Para presentar la situación, recibo la información sobre el discurso de la política anual del Sr. Akira Masunaga; director del Centro de Soluciones Digitales de Bridgestone de Abril de 2018.

La deformación crucial del mercado del neumático se está produciendo poco a poco en esta industria del neumático, durante los últimos diez años. Cuando se comparan los años 2005 y 2015, Bridgestone sigue estando en la parte superior sin cambios. Las tres principales compañías, junto con Michelin y Goodyear, tampoco cambian. Sin embargo, la participación de más del 50% en las tres compañías ha caído a alrededor del 40%. En cambio, están surgiendo fabricantes emergentes en China y Corea. A medida que el tamaño general del mercado se expande, las ventas están creciendo, pero la cuota del mercado de estas grandes empresas está disminuyendo.

El Sr. Masunaga revela: "*Los neumáticos se están convirtiendo en productos básicos y tienen conciencia de crisis ... No podemos sobrevivir en el negocio de venta de neumáticos, solo tenemos que cambiar a un* ***proveedor de soluciones*** *que brinde servicios para resolver los problemas de cada cliente, lo he dirigido para que podamos sobrevivir de esa manera*".

Qué pretende esta compañía?

Una diferencia importante con respecto al servicio al cliente, respecto al pasado, es el modelo comercial "*ganar sin vender neumáticos*". Prestar neumáticos a las empresas de los clientes, y, hacer el mantenimiento y la gestión. Los clientes no tienen que pensar en la rotación o el inventario de llantas. Cuando la superficie del neumático se desgasta, reutilicar el caucho en la superficie en un momento apropiado para reutilizar (recauchutar).

El Grupo Bridgestone gestiona todo, lo que lleva a un uso eficaz de los recursos y contribuye a la eficiencia económica y la reducción del impacto ambiental.

Un ejemplo típico es una solución para la industria del transporte. En esta solución se sugiere cambiar desde el final de la compra de un neumático nuevo a un plan de paquete completo de "*nuevo artículo + re-cauchutado de la banda de rodadura + mantenimiento".* Al implementar el reaprendizaje y el mantenimiento en el momento adecuado, contribuimos a la mejora de la seguridad y la reducción de costos. Y decimos que *"por favor, olvide la rueda, no necesita pensar en nada, haremos todo*". El Sr. Masunaga explica.

Es la tecnología digital admite un servicio de manera eficiente. Al utilizar la tecnología de detección en el neumático, es posible detectar anormalidades en tiempo real y mantener la presión de aire adecuada. Además, al predecir la durabilidad del neumático del camión y optimizar la sincronización de la rotación del neumático y el reaprendizaje, se puede reducir el costo total. El Sr. Masunaga explica: "*Estamos promoviendo el uso de la tecnología digital y queremos hacer el uso más*

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

económico, mientras verificamos la vida útil de todos los neumáticos". Además, puede acumular y analizar los datos recopilados y utilizarlos para el próximo desarrollo del producto.

Análisis de la causa de la falla de la llanta, tipo de mineral

El caso anterior del Sr. Masunaga es una solución en la línea que he descrito anteriormente. Y los camiones y las máquinas de construcción que pueden contener cientos de toneladas se mueven constantemente en las minas. Un transportador de cinta grande nunca se detiene. Debido a que el sitio se encuentra en un entorno hostil, es probable que surjan inconvenientes y problemas. Si la operación se detiene, se produce una gran pérdida económica. Por lo tanto, es muy importante evitar estas fallas de antemano. Bridgestone ofrece soluciones que se pueden administrar en su totalidad aprovechando las ventajas de fabricar tanto neumáticos para minas como transportadores de cinta.

Conectar el sensor al neumático, medir la presión del aire y la temperatura en tiempo real. El administrador confirma la situación con el terminal a mano y cambia la operación según la situación.

Le dije a mi viejo amigo que... —La mejora de AI & IoT & Robot proporciona el gran cambio en Gemba. Y TPM tampoco puede estar fuera de esta tendencia.

No solo TPM, sino también TPS, TQM, de todos modos, los métodos de producción cambiarán drásticamente en décadas. Pero la importancia de TPM no cambiará.

De todos modos, le dije que… —Es necesario usar AI & IoT & Robot para TPM y en Gemba.

Por cierto, comenté la combinación de AI e IoT. Es muy útil para la producción de Gemba, incluido TPM. Pero… ¿Qué clase de combinación de AI y Robot?

Combinación de AI & Robot

Por supuesto, es posible y debería ser usada la combinación de AI & Robot & IoT en la producción en el Gemba. Pero de nuevo... ¿Qué clase de combinación con el TPM? ¿Es posible usar un robot en un Gemba de mantenimiento, al menos para usarlo como robot de soporte?

Creo que es imposible hacerlo solo para un robot. Pero es posible utilizar un robot de soporte en el Gemba de mantenimiento para implementar el trabajo que requiera una precisión muy alta.

Cuando escribo esta columna en abril de 2018, una explicación más. Veamos el punto en que un robot podría acercarse al ser humano.

Aquí es necesario definir el significado de "enfoque humano", porque;

- Como saben, IA podría superar a un ser humano en el campo del aprendizaje profundo.
- El robot da Vinci podría superar a un ser humano en el campo de la precisión.
- En la sobrepasada edad de la Revolución Industrial Primaria, la máquina de vapor mejoró la productividad del ser humano.
- E incluso para Usain St. Leo Bolt, no es posible ganar a un automóvil en velocidad y potencia de aceleración.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

El significado y el objeto de un "enfoque y más allá de lo humano" pertenece el campo de "*La Sensibilidad, La Emoción y El Intelecto*", que básicamente son la base de la creatividad ".

¿Puede la IA, en sí misma, mejorar el campo del hemisferio derecho del cerebro?

Recientemente escuchamos la palabra de "Singularidad[4]"... Y, ¿podría la IA & Robot ir más allá de la humanidad? ... Un futurista dice que alrededor de 2030 ocurrirá la pre-singularidad y alrededor de 2045 sucederá la singularidad.

Estos períodos no están tan distantes en el futuro. Por supuesto, antes de estos períodos, sucederán varios tipos de cambios sociales. De hecho, la Quinta Revolución Industrial está progresando con la difusión de IA & Robot & IoT.

Mi opinión es; que incluso si se pudiera mejorar la IA, la Singularidad (Singularidad significaría que IA puede ir más allá de lo humano) no ocurrirá, si se define el significado de "acercarse y más allá de lo humano" como se indicó anteriormente.

Incluso si se pudiera mejorar la IA, esta IA no podría percatarse de la frescura de la niebla de la mañana, el hermoso arco iris después de la lluvia, las hojas de otoño, la belleza de la melodía... Es decir, no podía "sentir".

O incluso si se pudiera mejorar la IA, esta IA no podría sentir la profunda emoción de convertirse en madre y padre.

O incluso si IA pudiera mejorarse, esta IA no podría tener ni la mente ni la emoción ni la capacidad de sacrificio, ni el bien ni el mal.

Por lo tanto, la propia IA no podría mejorar en esos campos, que son las fuentes de creatividad de la propia IA.

No obstante, la AI podría mejorar la cantidad bruta de inteligencia explosivamente. Sin embargo, no tiene sentido que la IA que exceda a la de los humanos. Pero, seso sí, podría ser bastante cierto que AI & Robot podría ser un buen asistente para el ser humano.

El Comportamiento humano en Robots

Ahora ... ¿En qué medida un robot puede estar cerca de los seres humanos?

Al escribir este documento, vi un video que me impactó en la TV[5] en marzo de 2018. En este video, la persona de la derecha en la foto de abajo es un **Tatsujin** de **Iai-dou**. Y el lado izquierdo es un robot.

- **達 人 (Tatsujin):** Experto ...
  - 達 (Tatsu): Alcanzar.
  - 人 (Hito): Persona.

  Entonces, Tatsujin es una persona que domina el secreto más íntimo.
- **・居 合 la (Iai-dou):** Samurai en Artes marciales de la espada.

[4] Technological Singularity: https://en.wikipedia.org/wiki/Technological_singularity
Singularidad Tecnológica: https://es.wikipedia.org/wiki/Singularidad_tecnol%C3%B3gica
[5] YASKAWA BUSHIDO PROJECT / Industrial robot vs Sword master. Standard YouTube license.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Esta prueba está hecha por YASKAWA Electric Corporation, que es la cuarta compañía fabricante de robots industriales en todo el mundo. Y, el propósito de esta prueba es evaluar la cercanía de un robot a los resultados humanos. De esta manera, contrató una confrontación con el *Tatsujin* de *Iai-dou*.

Cuando vi esta película, llamé a mi amigo, que es un maestro de la espada y le pedí que investigara este caso a fondo.

En primer lugar, no mostró su interés en este caso. Pero pronto me informó su investigación en un estado de emoción. En base a sus comentarios, presento este caso...

El primer trabajo de este proyecto es permitir que el robot aprenda los movimientos detallados de *Tatsujin*. Y, después del trabajo basado en la enseñanza a la máquina, finalmente comenienza la confrontación.

El enfrentamiento fue SUEMONO-GIRI, que es, principalmente examinar la calidad del corte sobre objetos estacionarios. La imagen de esta página muestra el corte fino *Tatsujin* del objeto estacionario.

Ahora, ¿es posible realizar un corte de la calidad del *Tatsujin* por una persona cualquiera? ...La respuesta es: “Es imposible”.

No, la palabra anterior no es tan clara porque una persona cualquiera puede cortar si él (o ella) tiene suficiente fuerza física. Pero el punto de juicio es la sección de corte y la superficie de corte del objeto.

La superficie cortada de *Tatsujin* y una persona cualquiera son claramente diferentes. Así, la sección de corte y la superficie son bastante diferentes.

Volveré este asunto más tarde, pero ahora el robot lo intentó y el robot cortó brillantemente el mismo objeto estacionario. De hecho, fue increíble, el robot cortó el objeto con la misma precisión que el *Tatsujin*. Entonces, este robot YASUKAWA nos mostró una habilidad de alto nivel al estar más cerca del comporamiento humano.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Para obtener la mejor condición de movimiento, este robot YASUKAWA aprendió muchas condiciones específicas por medio de un gran esfuerzo del equipo programador. Y, podría asegurar que un robot podría llegar a ser un buen robot de soporte para el mantenimiento de la máquina. Además, en un campo del ajuste muy preciso requerido, un robot podría ser usado en un futuro muy cercano. Y, un robot de soporte de mantenimiento podría estar disponible comercialmente en un futuro próximo.

Pero… ¿qué hay de la superficie de corte? ... Presenté el ejemplo de *Tatsujin* de *Lai-Dou* y realmente me sorprendió cómo el objeto fue cortado por el robot.

Mi punto sorprendente no fue el hecho del corte, sino la superficie cortada. Este robot lo cortó como el *Tatsujin*, y también bellamente.

¿Cortar bellamente? ... Una vez más cortar no es difícil y es la ecuación funcional del filo de la espada, la velocidad, los ángulos dimensionales (para el objeto) y la textura del corte ligeramente dibujando y cortando.

La cualificación de *Tatsujin* es ejercer su habilidad (velocidad y ángulos de corte) en cualquier momento y en cualquier caso. Por lo tanto, se requiere que el *Tatsujin* entrene "**Sin, Gi y Tai (心, 技, 体)**":

- (心) **Sin**: Espíritu;
- (技) **Gi**: Habilidad y;
- (体) **Tai**: Cuerpo.

Y este robot reprodujo la habilidad de *Tatsujin,* no solo en el corte, sino también en una superficie de corte hermosa.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Habilidades al conocer el resultado

Ahora, presentaría un episodio de la novela de Eiji Yoshikawa[6]...

Un día *Sekishusai* recibió 3 visitantes que eran ***Bugei-shas*** en su retiro rural en la mansión Yagyu[7].

- (武 芸 Bu) ***Bugei-Sha***; Maestro de arte marcial.

Los 3 *Bugeishas* se pasaron a través de la habitación individual. Muneyosi (*Sekishusai*) Yagyu ya se había retirado de las artes marciales. Pero muchos *Bugeishas* lo visitaban para obtener su enseñanza.

Cuando la doncella avisó al *Sekishusai sobre la visita, éste estaba* arreglando flores. En ese momento, le entregó una flor cortada (rododendro) y le dijo que les mostrara esta flor individualmente a los visitantes.

Ella trajo la flor a una *Bugeisha* y la mostró. Pero este Bugeisha no mencionó su interés y se preguntó acerca de eso. Y, ella cometó su respectiva reacción al *Sekishusai*.

Entonces, ella llevó la flor cortada al segundo *Bugeisha*. Sin embargo, el segundo *Bugeisha* tampoco pudo entender el significado de la flor cortada. Entonces, ella comunicó esta reacción del mismo modo.

Finalmente, ella llevó la flor cortada al tercer visitante. Cuando el tercer *Bugeisha* miró la flor y la superficie cortada, entendió el significado. Y él le pidió que lo sostuviera. Y él cortó el tallo con ***Iai-jutsu***[8]. Y seguidamente le pidió a la doncella —"por favor muéstrale esto a *Sekishusai-Sensei"*.

Ella lo llevó a *Sekishusai*. Y el *Sekishusai* vio, a través de su corte, su extraordinaria habilidad y permitió su visita.

El tercer visitante fue Musashi Miyamoto y, de hecho, Musashi Miyamoto recibió la enseñanza en el corazón de las artes militares.

- Muneyoshi (*Sekishusai*) Yagyu; Fundador de Shinkage-Ryu: Escuela del arte de la espada. 1527 ~ 1606
- Musashi Miyamoto; Fundador de Niten-Ichi-Ryu (conocido como Nitou-Ryu): Escuala del arte de la espada.
- Nitou-Ryu; Ni-tou: 2 espadas. 1582 ~ 1645

Su libro escrito (五輪の書) *Gorin-No-Sho*[9] es un libro de estrategia militar y es famoso en el mundo.

Esta es una escena de la novela de Eiji Yoshikawa "Miyamoto Musashi".

Cuando leí este libro (hace mucho tiempo) inicialmente, sentí que esto es solo novela y ficción. Y no es realista que ***Tatsujin*** pueda identificar el nivel de habilidad de la otra persona simplemente mirando una superficie cortada.

---

[6] **Eiji Yoshikawa:** https://es.wikipedia.org/wiki/Eiji_Yoshikawa
[7] **Yagyu:** El pueblo oculto de Nara de los maestros de la espada de los ***Shogun*** https://www.japantimes.co.jp/life/2013/05/05/travel/yagyu-naras-hidden-village-of-the-shoguns-sword-masters/#.W0HcAdIzaM8
[8] **Lai-jutsu (居合術):** Is a combative quick-draw sword technique: https://en.wikipedia.org/wiki/Iaijutsu
[9] **The Book of Five Rings (五輪書 Go Rin no Sho)** https://en.wikipedia.org/wiki/The_Book_of_Five_Rings

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Hace algunos años, me encontré y tuve la oportunidad de conversar con un ***Tatsujin*** del arte de la espada y cuestioné la realidad de la superficie cortada y la posibilidad de identificar el nivel de habilidad. Y, su respuesta fue muy breve y brusca. Éste dijo: "Por supuesto, sí", y los otros espadachines también estuvieron de acuerdo.

Entonces, ahora, estoy convencido de que el robot YASUKAWA puede reproducir la habilidad del ***Tatsujin***.

Por cierto, el robot ***Tatsujin*** y el robot Yasukawa ... ¿Quién podría ganar esta confrontación?

En primer lugar, te cuento el juicio de mi amigo espadachín: —"*El ganador fue el robot Yasukawa. El primer corte y algunos cortes sucesivos fueron parejos. Sin embargo, después del esfuerzo de realizar más de 30 cortes, ocurrieron algunas diferencias*".

En la superficie cortada, la superficie cortada de ***Tatsujin*** se alteró debido al cansancio.

Como escribí antes, la condición de ***Tatsujin*** es ejercer la habilidad eventual en cualquier condición y en cualquier momento. Por lo tanto, el artista marcial debe buscar ***Sin*** (Sprit), ***Gi*** (Habilidad), ***Tai*** (Cuerpo). Pero, un ***Tatsujin*** también es un ser humano. Y, es muy natural estar cansado después de un esfuerzo de corte continuo.

Por otro lado, un robot no tiene espíritu y no se cansa. Y solo una habilidad que podría aprender profundamente.

El próximo caso… ¿puede IA & Robot ganar a humanos?

Perseguir la perfección de la elaboración maestra

¿Una Casa privada? …No, no es. Es una pequeña fábrica. Pero es una fábrica muy famosa en el mundo.

Esta compañía tiene una tecnología de clase mundial ... Pero ¿qué tecnología? ... Esta empresa se dedica a pulir.

De esta manera presentaré esta interesante historia que recientemente me impresionó.

El punto de vista nuevamente es cómo la IA & Robot pueden estar más cerca del ser humano. Así, por favor, observe las fotos adyacentes.

Visité la prefectura de Niigata en la ciudad de Tsubame y conocí al sindicato de pulido constituido por 20 pequeñas compañías trabajando juntas. Y esta fábrica es la presencia central de este sindicato de pulido.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

¿Qué es increíble? ... Por ejemplo, arriba de fábrica, que es muy pequeña y tiene 5 empleados. Sí, de hecho, es una fábrica muy pequeña.

Esta compañía abandonó la competencia directa en precio frente a las empresas competidoras de China o los países emergentes y buscó una la dirección corporativa diferente y más basada en la "Sensibilidad".

La foto de la izquierda es un juego de cubertería pulida por esta empresa.

Así, donde existe metalurgia, siempre hay un proceso de pulido. Y la ciudad de Tsubame es conocida como una ciudad de trabajo de metales.

Y había más de 1.500 microempresas que se dedicaban al pulido de ollas, cucharas, etc. Sin embargo, gradualmente estos pulidos fáciles se transfieren a los países emergentes. De esta manera esta empresa se dio cuenta de que no es posible tener éxito con un trabajo de pulido fácil y poco competitivo.

Ahora me gustaría presentar mi impresión cuando adquirí mi nuevo iPod. La siguiente imagen es el mismo iPod que compré.

Me impresionó mucho por la excelente mano de obra. Y estaba profundamente fascinado con la textura y una calidad de mano de obra impresionante. Entonces, llegué a una compañía (la foto de arriba).

¿Cómo se hizo? ... ¿Cómo se hizo esta textura y acabado de espejo con más de #800 grados?

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

El grosor del iPod es de 0.5 mm de acero inoxidable. Es necesario pulir 20 micras y terminar con un acabado espejo para no deformar o romper el producto.

Introduzco 2 ejemplos más ...

Sistema Quirúrgico Da Vinci[10]

Al escribir esta columna, vi un informe en TV. El informe es sobre el robot quirúrgico Da Vinci System.

Este robot es excelente. De todos modos, la precisión es excelente y está por encima de la mano del hombre. Además, el robot tiene la función de prevención de sacudidas de las manos.

Pero esto tiene algunos puntos débiles que es el sentido del tacto. Esto no puede sentir la fuerza y la debilidad. Entonces una operación de sutura es difícil. Además, una vez más con respecto al sentido del tacto, sucedieron algunos casos de accidentes que empujan y dañan el órgano.

En todo caso el sentido del tacto, textura y la sensibilidad ... Estos son los campos de dificultad para el robot. Pero, por otro lado, un humano no es rival para los robots en términos de precisión.

Diagnóstico de anormalidad mediante el ruido

Recientemente, equipos muy interesantes han salido al mercado. El equipo puede diagnosticar la anormalidad en une máquina mediante el continuo aprendizaje de su IA del ruido de la maquinaria. Por supuesto, este equipo puede ser una herramienta de MP muy efectiva.

La compañía cuyo nombre es SKYDisk. Esta empresa está establecida en Fukuoka (Kita Kyushu en Japón).

Para explicar este equipo, presento la descripción de la página de inicio de esta empresa.

Su declaración de misión[11]: "*Nuestra misión es crear una inteligencia artificial altamente precisa basada en el conocimiento y la experiencia adquirida en el servicio IoT y para resolver los problemas*

[10] **Sistema quirúrgico Da Vinci:** https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_quir%C3%BArgico_Da_Vinci
[11] De la página Web de la compañía: https://skydisc.jp/
Smart Maintenance- Japan Prime Minister's Office: https://www.youtube.com/watch?v=c-v1xRXr3aE
https://www.youtube.com/channel/UCnEQRcFpr2E926ZSZl31uXA

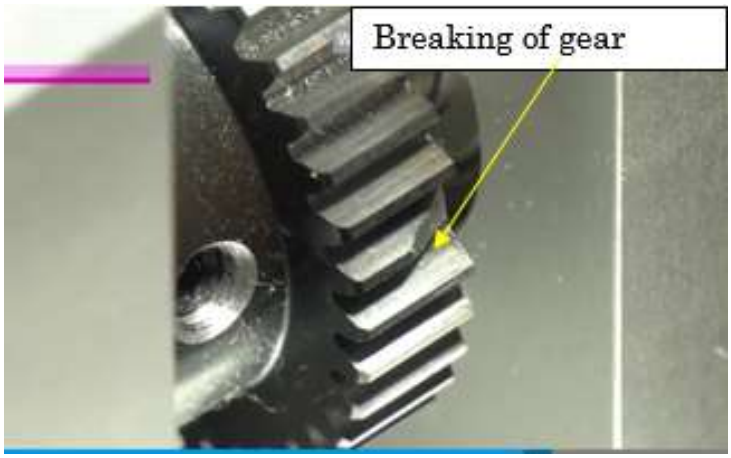
This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

comerciales de los clientes. Visualizaremos eventos que no se convierten en datos, analizaremos los datos recopilados y los convertiremos en servicio. Proporcionamos un servicio integral en IoT × AI y un soporte del futuro dirigido a su negocio".

La IA analiza y juzga al instante e informa de las anomalías.



Tarea (en problemas con la máquina)

Antes se realizaba la inspección periódica de la máquina y el equipo. Pararealizar el control de anormalidades se utiliza una barra de auscultación.

Sin embargo, como el envejecimiento de los técnicos se ha ido incrementando, estaban preocupados por la transmisión de las habilidades técnicas de estos técnicos.

Solución

Al usar una máquina que puede reproducir la condición anormal, se adquirieron datos de series temporales de sonido y vibración en el momento de la anormalidad, así como el tiempo normal, y se creó un modelo de revisión de vibración.

Además, la condición anormal irreproducible tuvo éxito al crear datos anormales por simulación. Incluso sin destruir el equipo, pudimos dejar que IA aprendiera los datos del fichero maestro de datos anormales.

Efecto

Al analizar los datos de vibración con la IA, se hizo posible la predicción de la falla, con una precisión del 95% incluso con la utilización de operadores no especializados.

Además, aunque se sabía que iba a fallar en un momento dado, el operador especializado no fue capaz de especificar qué tipo de avería se produjo en detalle. Sin embargo, sí que fue posible determinar los detalles de la falla por parte de IA.

PM & Jishu-Hozen, primer paso

El primer paso de PM y ***Jishu-Hozen*** es reconocer anormalidades como anormalidades por los operadores.

Y, conocer las anomalías por el ruido es un factor muy importante. De hecho, en el campo de la audición también se comenzó a utilizar AI & IoT.

Recientemente se comenzó a vender un dispositivo que puede medir e identificar el olor. Entonces no es un futuro tan lejano poder identificar los problemas de la máquina mediante la medición del olor y ser utilizado como una herramienta de ***Jishu-Hozen***.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Y como si lo impulsara AMAZON la empresa adelantó la decisión de comanzar a prestar el servicio por medio de su sistema de inteligencia artificial (IA).

Así, en esta tendencia, incluso que una compañía pequeña y con escasa capacidad de desarrollo de inteligencia artificial, pueda desarrollar equipos de uso de IA. De hecho, es necesario utilizar IA & Robot de manera positiva en TPM.

Ahora volvamos a la historia de mi viejo amigo y su queja al pensar en su joven colega...

Él sabe que AI & Robot cambia la Gemba de fabricación. Además, él reconoce que esta era ya ha comenzado. Y se debate cuál es la capacidad de AI & Robot y lo que los humanos pueden jugar en flujo de trabajo en el Gemba, particularmente en su especialidad (TPM).

Le mencioné que el campo que IA & Robot tiene su nicho de actividad. Pero hay campos que son difíciles para IA & Robot.

Esta es una respuesta ordinal y natural. Y él me pidió la respuesta detallada de lo que sería un campo de dificultad para IA & Robot. Le dije mi punto de vista como sigue...

—Ahora hay un campo de IA & Robot que no se puede desarrollar. Y IA & Robot no tienen hemisferio derecho del cerebro... Por lo tanto, en este momento IA & Robot no puede más allá de ser humano en el campo del trabajo de este hemisferio.

Anteriormente mostré 2 ejemplos…

Creo que el robot YASUKAWA podría reproducir la habilidad de la espada ***Tatsujin***.

Y, con respecto al caso del pulido ... ¿Puede un robot ir más allá de los trabajadores de esta empresa? …Mi opinión es no es posible en el futuro cercano. Porque en el proceso de pulido, se requiere verificar con el sentido del tacto.

Es fácil pulir metales como grifos de agua, cuchillos y cucharas y tenedores. Pero un pulido más sensible y preciso, no solo brillante, sino también sin micro rayones y distorsión, no puede ser reemplazado por un robot, hasta ahora y en un futuro próximo.

Yo creo que no es posible. Debido a que en este proceso de pulido están los procesos de ...

- Estudio e investigación de la pieza de trabajo (iPod, 0.5 mm inoxidables, 20 micrones, # 800) y desarrollo del trabajo de pulido.
- En proceso de pulido:
    - Pulido e inspección y confirmación de textura, brillo, distorsión, sin micro rayones.
    - Y creo que este campo pertenece al campo de la sensibilidad.

Creo que algún día será posible realizar este trabajo por un robot. Pero no tan fácil y tomará muchos años de trabajo.

Resumen de la participación de IA & IoT & Robot en PM y Jishu-Hozen

En la primera página, escribí la imagen del operador ideal de la siguiente manera.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

1. Poder detectar anomalías como anomalías y detener la máquina antes de avería y / o el defecto.
2. Poder resolver problemas y recuperar la función de la máquina por sí mismo o al menos poder juzgar rápidamente la posibilidad de auto-mantenimiento y requerir la ayuda del ingeniero de mantenimiento si no es posible por sí mismo.
3. Poder configurar las condiciones necesarias.
4. Poder mantener la condición y el control de la máquina.

Y como describí en las 4 condiciones anteriores, se podría reemplazar "detección de anomalías como anomalías y detener la máquina antes de la avería y/o el defecto" por medio de IA & IoT. Y, en un futuro próximo, 3) y 4) podrían ser compatibles con IA & IoT & Robot. Pero el artículo 2) no puede ser reemplazado.

Entonces, el actor principal de PM & Jishu-Hozen es el operador y humano. Y, IA & IoT puede ser un buen socio para PM en el campo del diagnóstico.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

"Lo más importante es que los operadores pueden reconocer las anomalías y sentir estas anomalías como sus problemas, de forma autónoma"

Koichi Kimura

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

VI. El entrenamiento en Jishu-Hozen.

Enseñar y entrenar de reparación básica y el mantenimiento.

De nuevo, los siguientes 5 elementos de entrenamiento son recomendables.

a) Apriete el perno correctamente.
b) Centrado de la polea, engranaje.
c) Cambio de rodamiento.
d) Detener la fuga de aceite.
e) Aceite apropiado.

Estos elementos se enseñan como una habilidad fundamental para ***Jishu-Hozen***.

Aquí me gustaría omitir la explicación detallada de b) y c). Y respecto a d) y e) se explican en la columna de "Engrase".

Creo que b) y c) puede ser enseñadas y puede realizar la capacitación por usted mismo.

Aquí describiría simplemente el punto a).

a) Ajuste apropiado del perno.

Recomiendo los 5 entrenamientos anteriores. Y, creo que el entrenamiento de este "ajuste apropiado del perno" es el entrenamiento más importante. Por supuesto, otros 4 puntos también son importantes. Sin embargo, me atrevo a decir que este entrenamiento es el más importante y difícil.

Lo es así, porque la cuestión de apretar los pernos no solo está relacionada con el mantenimiento de la máquina, sino también con la seguridad.

Antes de ir al contenido de la capacitación, presento un grave accidente relacionado con este particular.

El Informe del accidente[12].

Accidente: *La grúa del camión se cae debido a la rotura de los pernos de montaje del anillo giratorio.*

[12] Por el Instituto de Investigación de Seguridad de la Industria, del Ministerio de Trabajo Japonés: https://www.jniosh.go.jp/en/index.html https://www.jniosh.go.jp/en/about/doc/jniosh_e_brochure.pdf

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

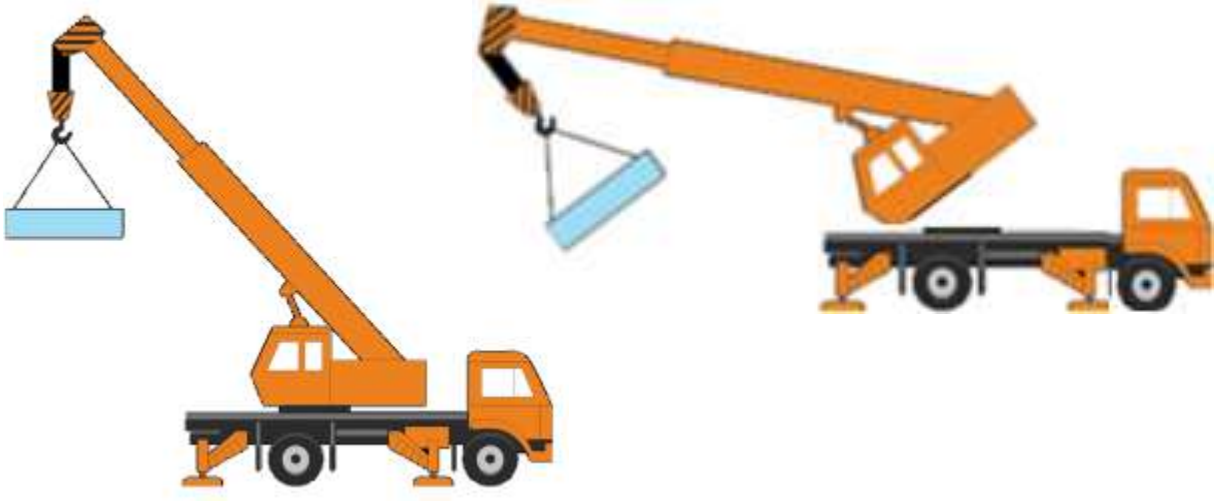
Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Fecha del accidente: *20 de Agosto de 2003.*

Lugar: *En lugar de construcción.*

Equipo o maquinaria: *Camión-grúa hidráulico (capacidad de elevación de 27 Tm)*

Resumen del acciente: *En el sitio de construcción del edificio, después de girar colgando cargas ligeras (tablas de madera contrachapada) con una grúa, los pernos de montaje del anillo giratorio se destruyeron durante la operación de bobinado y todo el cuerpo giratorio cayó.*



Detalle de la causa: *Este fenómeno se debe a la holgura de los 24 pernos (perno de alta tensión de clase 100Kg) que aprieta el anillo exterior del anillo de giro del camión, parte del cual se ha desprendido, los pernos restantes no pueden soportar el esfuerzo el momento de caída. Y todos los pernos del anillo, finalmente se destruyen.*

El resultado final fue la destrucción de los 15 pernos, 2 pernos con rosca seccionados y 7 pernos que se caen en el momento del accidente y no existen en la parte correspondiente o que no funcionaron como soporte antes de caerse.

Y ambos casos, el de 2 pernos de tornillo seccionadas y las otras 7 rotas por medio de la caída, se encuentran en la parte posterior del anillo giratorio (el lado opuesto de la parte de montaje del brazo).

Análisis de las causas: *El apriete con un perno de alta tensión generalmente se adopta para la fijación de un anillo de giro de una grúa. Y es inevitable una reducción en la tensión debido a la conformabilidad inicial de una porción de fijación. Por lo tanto, "se dice que es necesario realizar el reajuste a intervalos regulares" sin proporcionar un tope de rotación. En este caso, muchos de los pernos en el lado posterior (el lado opuesto de la pieza de fijación del brazo) están sueltos y se caen, donde la fuerza de tensión en el momento del trabajo aumenta y disminuye considerablemente. Y cuando la carga se cuelga, el aflojamiento de los pernos laterales posteriores que se ven fácilmente afectados por la carga se acelera, parte de los pernos se caen y, como resultado, los pernos restantes no pueden soportar el momento de caída y se destruyen todos los pernos.*

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Contramedida: *Aplicación estricta del trabajo de ajuste.*

Aviso importante: *La unión del anillo de giro con pernos de alta tensión generalmente se adopta, y el aflojamiento debido a la conformabilidad inicial es bien conocido. Por lo tanto, es importante cómo enseñar este comportamiento natural del material a los trabajadores..*

Escenario principal: *(Para el accidente) La falta de valores compartidos, la falta de conciencia de seguridad, la falta de educación y capacitación, que son la base.*

Error al volver a apretar los pernos de alta tensión. Y sobreviene el descuido.

En el trabajo real ... También hubo una falta de cuidado y precaución de los trabajadores, se pasó por alto el aflojamiento de pernos y la maquinaria se utilizó en condiciones precarias.

En el lado del mantenimiento ... Se pasó por alto el fenómeno de falla, fenómeno mecánico, aflojamiento debido al uso del perno en el mantenimiento y reparación, inspección, inspección diaria.

Y como resultado ... Caída, destrucción, destrucción de los pernos restantes, colapso de la grúa, daño físico, muertes.

De hecho, en este informe podemos aprender muchas cosas.

He visto las noticias de accidentes varias veces, relacionados todos ellos, con el ajuste de tornillos/pernos. Pero este está por encima de ellos al describir un accidente fatal.

Recientemente vi una noticia de un accidente de un camión del cual se desprendió un neumático y lo proyectó hacia la acera. Este caso también la falta de apriete de los pernos de un neumático en la rueda trasera. Todos los tornillos del neumático fueron destruidos y cortados. Como consecuencia, ocurrió, también, un accidente fatal.

La caja de grúa de camión anterior se debe a la holgura de los pernos. Y el accidente de la rueda desprendida del camión es el caso de un apriete excesivo.

Como usted sabe, un perno suelto o demasiado apretado, estará directamente relacionado con el accidente.

Entrenando el apriete apropiado del perno.

Objetivo del entrenamiento y propósito

Para la máquina y el equipo, los pernos son indispensables. Aprender la forma correcta de administrar los pernos es lo más importante para las personas involucradas en el mantenimiento de la máquina. En este entrenamiento, aprenderá la relación entre la fuerza de apriete del perno y el par y cómo detener el aflojamiento del perno y la tuerca a través del entrenamiento práctico.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Personal objetivo y requerimientos previos del entrenamiento

Personal objetivo:

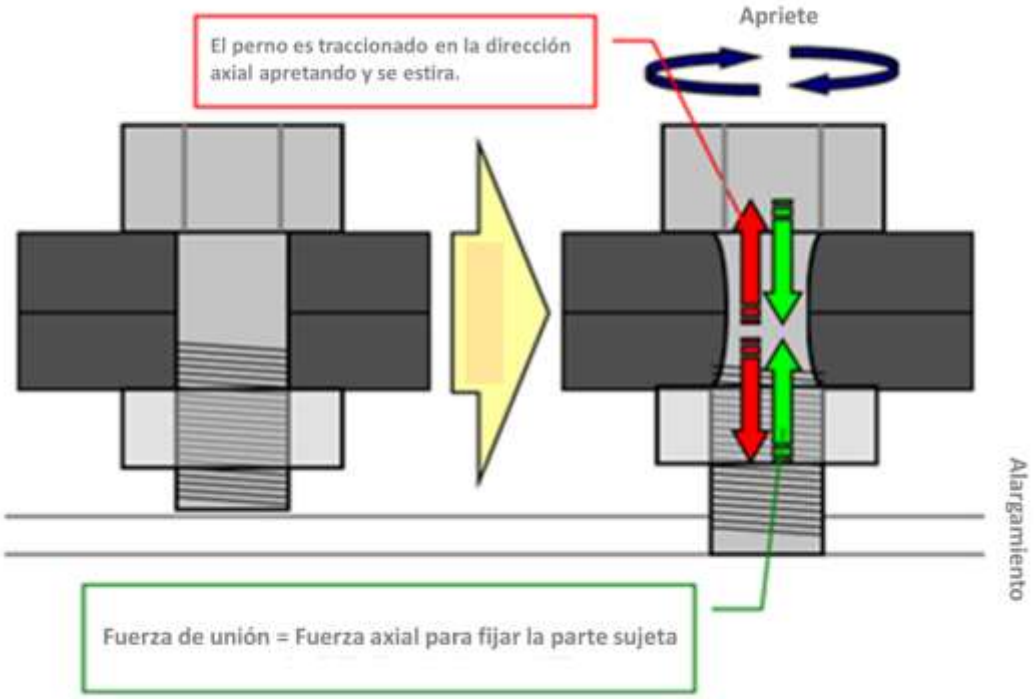
Personas que aspiran a adquirir conocimientos y habilidades mantenimiento de máquinas y equipos.

Requerimientos previos:

Tener conocimientos básicos sobre maquinaria y el mantenimiento de máquinas. En este curso de capacitación, se utiliza principalmente el "*Método de control de par*".

Contenido de educación y entrenamiento:

1. **Relación entre la elongación del perno y la fuerza axial;**
   1.1. Fuerza axial;
   1.2. Resistencia mecánica del perno y la tuerca;
   1.3. Relación entre la elongación del perno y la fuerza axial;
2. **Par de apriete y fuerza axial;**
   2.1. Control del par de apriete;
   2.2. Influencia del coeficiente de fricción en la fuerza axial;
   2.3. Trabajo de apriete de perno y tuerca;
3. **Conocer la fuerza axial del alargamiento del perno;**
   3.1. Ajuste por control de ángulo de rotación de la tuerca;
   3.2. Ajuste plástico;
4. **Retención en aflojamiento para mantener la fuerza axial;**
   4.1. Tuerca doble;
   4.2. Aflojar el tope que se someterá al procesamiento en la tuerca;
   4.3. La causa de la holgura es un control de la fuerza axial incorrecto.



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Equipo y materiales de enseñanza utilizados: Materiales de enseñanza, mesa de trabajo, taladro, tornillo de banco, llave de torque digital, llave inglesa, llaves fijas o de vaso, reloj comparador[13].

Para el entrenamiento del ajuste del perno, normalmente se enseñan los elementos anteriores. Veamos uno por uno...

1.1.- Fuerza axial

La fuerza axial es la fuerza con la cual el perno tira al apretar. Esta fuerza es en sentido contrario y repele, además de mantener presionada la parte libre.

Al apretar el perno, la parte de apriete del perno tira en la dirección axial y el perno se extiende muy ligeramente. Esta fuerza, que trata de retornar el perno a su estado original y, la fuerza de repulsión es la fuerza axial.

Fuerza de repulsión = Fuerza axial (la parte sujeta es fija).

1.2.- Resistencia mecánica del perno y la tuerca

Hace mucho tiempo, cuando estábamos en una reunión, de repente escuchamos un sonido tremendo proveniente del Gemba de producción. Luego, inmediatamente corrimos al Gemba y vimos una escena increíble.

Era poco probable que el rotor saltara a través de la cubierta de seguridad. Sin embargo, ocurrió y un operador estaba de pie y palideció de miedo junto a la máquina. La máquina aguantó el rotor por los cables eléctricos.

La causa de este problema de la máquina fue la rotura de pernos que fija el rodamiento del rotor, que tiene un diámetro de 1m y 1,5m de longitud.

Pronto se realizó la verificación en el sitio y la causa de la investigación.

- Causa directa: Rotura (cizallamiento) de los pernos de fijación del rodamiento.
    - El fenómeno de aflojamiento de pernos no fue reconocido. Debido a la ausencia de desviación de la marca de pintura amarilla.

- Causas del supuesto: los pernos se vuelven a apretar más que el límite elástico.

El accidente podría haber ocasionado un daño fatal con lesiones personales, la causa de este accidente fue un Reajuste excesivo (***Mashi-Jime***) en la inspección y en el mantenimiento periódicos.

[13] Reloj comparador: https://es.wikipedia.org/wiki/Reloj_comparador

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Notas al vuelo del Maestro Kimura

Reapriete (Mashi-Jime):

Anteriormente presenté la palabra "reapriete o reajuste". Explicaré un poco más su significado…

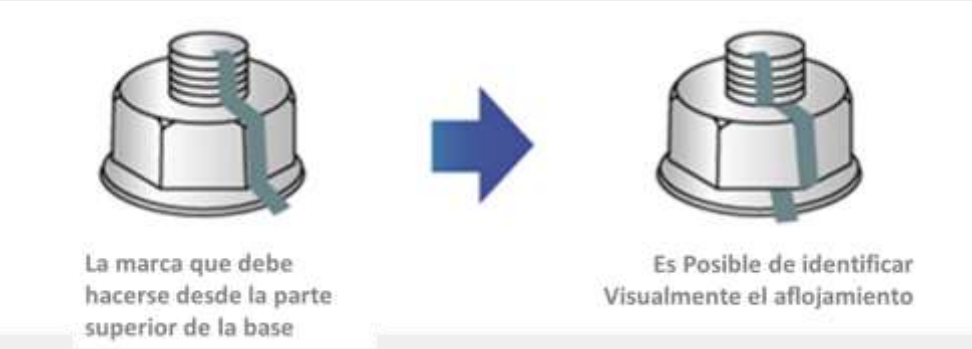
a) **El primer caso:** Cuando aprieta un perno, el proceso es, en primer lugar, apretarlo previamente y, después de esto, apretarlo (por ejemplo) con una llave dinamométrica hasta el par estándar. Este caso también se denomina **reajuste**.

b) **El segundo caso:** Es bastante natural que después de un trabajo de apriete inicial y después de un corto período de tiempo, el perno apretado se afloje. De esta manera se requiere volver a apretar con una inspección y mantenimiento regular.

Así en japonés se dice ***Mashi-Jime***.

- ***Mashi***: Adicional.
- ***Jime*** (shime): Apriete.

Y al realizar la inspección regular, se comprueba y se reajusta la tensión de los pernos (Mashi-Jime) y se pinta una marca **amarilla**[14] como foto de la siguiente imagen.



Koichi Kimura

Rotura del Perno + Tuerca.

Es necesario enseñar que el perno y la tuerca también tienen la fuerza límite. Y cuando se aprieta con un torque superior al estándar, el perno y la tuerca se rompen.

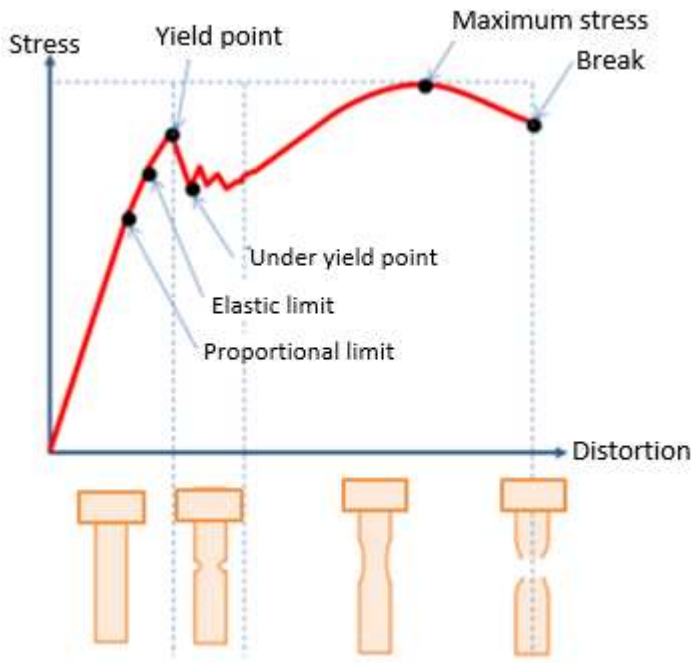
[14] El tipo de rotulador utilizado para estas aplicaciones suele ser estar identificado por las palabras en inglés "Paint-Maker". Por ejemplo, la marca Edding, el modelo 750 Paint Maker es un ejemplo de este tipo de rotuladores para aplicaciones industriales: https://www.edding.com/es/diseno-y-decoracion/productos/marcador-de-efecto-lacado/marcador-de-efecto-lacado-750/

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Uno de los problemas más difíciles del control de apriete de tuercas y pernos es progresar gradualmente con las circunstancias tales como vibraciones y tensiones continuas y que la rotura puede estar oculta y ser invisible a simple vista. Pero ... ¿Qué significa rotura?



La figura del lado izquierdo es un ejemplo típico de prueba destructiva de tracción. Este caso es una curva destructiva de acero bajo en carbono[15].

Por supuesto, dependiendo del material, la curva es diferente.

Pero los puntos comunes son que cualquier material tiene los puntos de ruptura, carga máxima o límite aparente de elasticidad y límite proporcional.

Y en este tema, cualquier perno y tuerca tiene estos puntos y se rompe en caso de un exceso de ajuste.

Ahora veamos en detalle esta curva y enseñemos el rango de fuerza aplicada al perno y la tuerca utilizando el sentido común, en esta historia donde el exceso de carga genera la ruptura.

Proportional limit / Límite Proporcional

Al proporcionar la carga (fuerza de tracción) a la pieza de prueba, aparece en primer lugar el punto límite proporcional.

Desde el principio hasta este punto, la línea muestra una línea recta que puede adoptar la Ley de Hooke[16].

Yield point / Límite aparente de elasticidad, punto de rendimiento o punto límite de fluencia

Desde el punto límite proporcional al límite de fluencia, la línea no muestra una línea recta, sino una curva.

Hasta el límite aparente de elasticidad (Yield Point), la pieza de prueba puede tener la suficiente fuerza de restauración, aún antes de la deformación plástica permanente. Sin embargo, es correcto que, desde el punto del límite elástico el material comience a deformarse elásticamente. Y el punto de inicio de la deformación elástica es el límite elástico.

[15] Ensayo de tracción destructivo: https://es.wikipedia.org/wiki/Ensayo_de_tracci%C3%B3n
https://en.wikipedia.org/wiki/Stress%E2%80%93strain_curve
[16] Ley de Elasticidad de Hook: https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_elasticidad_de_Hooke

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

En realidad, hay muy poca diferencia entre el punto límite proporcional y el punto de rendimiento, que está influenciado por la precisión de los instrumentos de medición. Por lo tanto, la figura anterior debe dibujarse un poco exagerada.

Sin embargo, cuando se supera el límite de fluencia (Yield Point), se produce un fenómeno de una rápida pérdida de carga, hasta el punto de fluencia inferior (Under Yield Pont), hay un cierto aumento o disminución en la carga, pero solo el alargamiento progresa con una carga sustancialmente constante (casi igual fuerza de resistencia).

Luego, continuando con la carga, llega al punto de Máximo estrés y se dirige hacia el punto de ruptura (Break Point).

De cualquier forma, en el rango de límite de elasticidad, el perno y la tuerca pueden mantener la fuerza de restauración (Zona elástica).

El caso del accidente de Gemba de Producción descrito, también, la causa de la ruptura de los pernos fue el exceso de ajuste que estaba por encima del Punto de Rendimiento (Yield Point). Pero es necesario comprender que el ajuste no superó el Máximo estrés y el Punto de ruptura. Y es bastante razonable pensar que la distorsión permanente que se dio en el Punto de Rendimiento (Yield Point) inicialmente aumentó con la tensión continua que ejerce la vibración y se encamina hacia la inevitable ruptura.

Da miedo. De hecho, da miedo que no se conozca el punto de rendimiento (Yield Point) y el punto de Estrés Máximo de un perno.

1.3.- Relación entre alargamiento del perno y fuerza axial

Cuando hice una educación y capacitación sobre el ajuste de pernos y tuercas, obtuve un reclamo de los estudiantes. Un estudiante dijo.

—Señor Kimura, ¿por qué pretende enseñarnos un asunto tan simple? ... ¿Apretar los pernos? ... Incluso mi hijo puede hacer algo tan fácil.

Luego cambié el orden de la enseñanza y le dije al alumno como el siguiente.

—De acuerdo, Sr. James. Parece usted "muy fuerte". Por favor, echemos un vistazo a su trabajo de ajuste con este kit de entrenamiento.

Entonces James se acercó al kit de entrenamiento y colocó un perno en un panel de acero. Y apretó el cerrojo con todas sus fuerzas.

Después de esta demostración y sin más comentarios, comencé la enseñanza. Y después de la enseñanza "La Fuerza mecánica del perno y la tuerca", verificamos el torque del trabajo de James en el **Método de Apriete por Reversión**[17].

[17] N.T. “Unwinding torque method” se ha traducido como Método de Apriete por Reversión.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

De esta manera reconocimos el sobreajuste de los pernos que, realmente, estaba por debajo del límite de rendimiento y justo antes de la tensión máxima. Por supuesto, el cerrojo y el panel habían causado la deformación plástica.

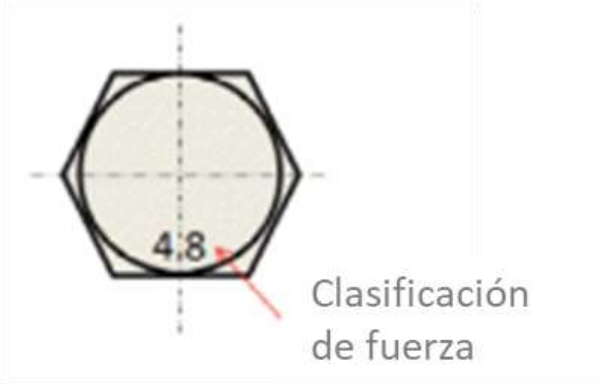
Luego le dije una broma a James…

—James. ¿Ha cambiado los neumáticos de tu auto? ... En caso afirmativo, le recomiendo que no monte a su automóvil. Porque la llanta de su auto podría saltar mientras conduce.

En realidad, él sí había cambiado el neumático de la rueda… Pero presento esta historia más tarde.

Aun así, y bromas aparte, es muy importante la relación entre elongación del perno y la fuerza axial. Como usted entiende, cualquier perno y tuerca tiene la fuerza que se clasifica y estandariza. De esa manera, lo explico con un siguiente ejemplo.

Todos los Pernos tienen una marca como la expuesta.



Por ejemplo, la imagen del lado izquierdo.

El número 4 muestra la Fuerza de Elongación en Newtons / mm^2. Y el 8 muestra el porcentaje del punto de rendimiento (Yield point).

Entonces este perno tiene la fuerza de **400 N/mm².** Y el punto de rendimiento (Yield point) es 80% de 400 = **320N/mm².**

Por lo tanto, este perno debe usarse bajo **320N/mm²,** para su uso con seguridad.

Clasificación de la Fuerza:

Clasificación de la Fuerza 強度区分 (JISB1051)	**3.6**	**4.6**	**4.8**	**5.6**	**5.8**	**6.8**	**8.8**	**9.8**	**10.9**	**12.9**
Fuera de apriete (N/mm²) 呼び引張強さ	300	400	400	500	500	600	800	900	1000	1200
Punto de Rendimiento (Yiel point) (N/mm²) 下降伏点	180	240	320	300	400	480	640	720	900	1080

Actualmente se utiliza la unidad de fuerza que es el Newton. Anteriormente se usaba una unidad de fuerza **kgf** (fuerza de kilogramo o Kilogramo-Fuerza). Pero como estándar internacional, la unidad de N (Newton) se convirtió en unidad habitual.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

De todos modos, el **Kgf**, también es una unidad de fuerza de estrés. Y, en las enseñanzas antiguas, se usaba el **kg** de **kgf.** Por favor, conviértalo a **Newtons** con la siguiente fórmula de conversión: **1N ≈ 0.102kgf**

De nuevo, un tornillo debe apretarse por debajo de la fuerza axial del Punto de Rendimiento (Yield point).

2. Par de apriete y fuerza axial

2.1.- Control del par de apriete

Podemos entender que, si se aprieta por encima del Punto de Rendimiento (Yield point), se produce el riesgo de rotura del perno.

Como describo más adelante, existe el método de *Apriete de Ajuste Plástico* donde utilizamos el rango de punto de límite máximo, pero bajo el punto de máximo estrés. Pero ahora, en el estándar, se requiere un Ajuste por debajo del Punto de Rendimiento.

Podríamos llegar a utilizar y entender la fuerza axial. Pero no es posible o difícil ver directamente la cantidad de fuerza axial, aunque conozca el punto de rendimiento para ajustar el control. Luego, como un método de control fácil, se usa el "**Método de control de par**" que es un método muy popular. Así, es necesario reemplazar al torque por la fuerza axial.

Ahora, ¿cómo podemos reemplazar la fuerza axial (punto o límite de fluencia) por el trabajo real con la fuerza de torque que se usa?

Como cuestión de hecho, cualquier perno está estandarizado y diseñado para que la fuerza de torsión no deba llegar a alcanzar el límite elástico de la fuerza axial.

Ejemplo:

Para explicar este tema, presento la conversación con los docentes e ingenieros estudiantiles anteriores.

—Ahora James, ¿ha hecho el intercambio de neumáticos por usted mismo?

—Sí señor. Recientemente lo hice señor —contestó James.

—OK James. Es usted joven y parece usted tener una gran fuerza en los brazos. Pero a pesar de ser fuerte, no debe apretar los tornillos del neumático con toda su fuerza —y continué...

—Todo el mundo comprende la importancia de apretar los pernos de las cosas cotidianas. De esa manera, James cambió recientemente el neumático con pernos de ajuste. Y los neumáticos y las ruedas juegan un papel muy importante para soportar la carga de un automóvil...

—Entonces debido a esa razón, cuando se suelta un perno, sientes una sensación de peligro. Parece que hay muchas personas que tienen una impresión errónea de que es mejor apretar más fuerte ...

—A menudo miro la escena del apriete del perno con una llave de impacto. Pero, por otro lado, también es necesario conocer el torque de la llave de impacto. El ejemplo de James no es el único.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

hemos visto dañar el perno de la llanta debido a un ajuste excesivo. Ya se trate de un taller de reparación o un distribuidor, estas cosas pueden suceder...

—De hecho, hablo en un ejemplo de un neumático de automóvil, pero por favor… ¡no apriete de manera forzada!...

—Ahora, ¿cómo podemos apretar los pernos del neumático de la rueda? —pregunté, después de mi explicación, al grupo.

—Hay algunas diferencias según el modelo y la rueda, pero se suele decidir un par aproximado prescrito. Este par tiene un valor numérico —continué explicando al grupo.

—James, ¿cuál es automóvil?

—Ford Sedan señor.

—Probablemente, el par estándar de la tuerca de la rueda de su automóvil es de 108 N · m. No estoy seguro. Pero probablemente su estándar de automóvil también sea el mismo —dije y continué...

—Por ejemplo, el automóvil de mi esposa es Toyota Sedan. Y el torque estándar de Toyota Sedan es de 108 N · m.

—Ahora aquí deben comprender la unidad de fuerza, N · m, en la siguiente imagen —de esta manera le mostré y le expliqué al grupo la imagen siguiente...

—Al apretar el perno, la fuerza de apriete es difícil de controlar con la fuerza axial (N / mm²), y fácil de controlar con el par de apriete. Y el par de apriete está estandarizado para cada tamaño de perno.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Y si el par de apriete es demasiado pequeño, el perno se afloja, y si el par de apriete es demasiado grande, el perno podría romperse.

La siguiente tabla es un ejemplo simple de par de apriete en tamaño de perno. Y, el torque necesario se decide dependiendo del tamaño del perno.

Métrica	**M3**	**M4**	**M5**	**M6**	**M8**	**M10**	**M12**
N · m	1,14~1,5	2,7~3,6	5,4~7,2	9,2~12,2	22~29,5	44~59	76~110

La tabla superior es solo un ejemplo. Y cuando realiza el cambio de neumáticos, es mejor que revise y obedezca el manual de mantenimiento de su automóvil (la tabla es sólo un ejemplo porque el estándar, depende principalmente de la lubricación del perno y, también, de otros factores).

Una vez más, las llantas del automóvil de mi esposa se aprietan con un torque de 108 N · m.

De esta manera, volvimos a la clase de entrenamiento de apriete del perno con el ejemplo del coche de James.

—Vamos a hacer un pequeño juego —le dije al grupo.

—James, tu auto es Ford Sedan, ¿no es así? Probablemente el neumático de su automóvil también requiera un par de 108 N · m. Usted cambió los neumáticos. Pero… ¿Como hizo? —Pregunté.

—Oh... Levantando el vehículo y aflojando y quitando los 5 pernos de cada rueda, para sacar la llanta —Respondió James un poco perplejo. —También, inserto el nuevo neumático y los pernos respectivos con los dedos. Luego bajo el gato para que el coche vuelva al nivel del suelo. Después con una llave de ajuste y mi peso corporal, aprieto los pernos —explicó añadiendo los gestos con el cuerpo.

—OK James. ¿Cuánto pesa? —le pregunté.

—110 kg señor.

—Que es casi el doble de mi peso —respondí haciendo que todo el mundo se riera y disfrutara de la conversación —y continué...

—De acuerdo… Por favor, todos asuman el trabajo de intercambio de neumáticos:

- Condición
  - **Su peso:** 110kg.
  - **Apriete:** Apretar con todo su peso.
  - **Herramienta:** Llave de 20 cm de largo desde el centro del perno hasta el borde. El punto de adición de la Fuerza es de 15 cm.

—OK Todos… por favor identifiquen qué problema se ha producido en su automóvil mediante el cálculo físico cuando el par estándar es de 108 N · m —señalé al grupo.

Calcularon el torque que adoptó James. Y, al calcular y en la mitad del trabajo, James nos informó que la longitud de la llave dinamométrica no es de 20 cm, sino más larga. Añadió la longitud con el uso de tubos de acero. En realidad, la longitud era de 30 cm y el centro de fuerza de agarre en el

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

agarre era de aproximadamente 25 cm. Por lo tanto, la herramienta anterior 20 cm se cambia a 30 cm. Y el punto de fuerza de adición es de 25 cm.

Entonces, de nuevo, comenzaron el cálculo. Y el resultado del cálculo fue:

- 0.25m (25cm) x 110Kg = 27.5kgf · m
- 1kgf = 9.807N
- 27.5kgf · m = 27.5 x 9.807 = **269.7 N · m**

—James —mencioné—. Apretaste los pernos más del doble de torsión al estándar. Probablemente su ajuste fue sobre el punto de fluencia y el punto de ruptura. Entonces, ¿dónde está tu auto? ¿Puede dejarnos ver el estado de los pernos de los neumáticos de su automóvil? —pregunté.

—En el aparcamiento de esta fábrica. Y será un placer, señor.

Luego fuimos al aparcamiento con una llave fija, una llave dinamométrica y martillo. Y nos dispusimos alrededor y delante del neumático apretado por James.

—Por favor, por favor, intenta aflojar los tornillos —le pedí.

—Sí, señor. James se ofreció a hacer el trabajo y luego trató de aflojar los tornillos.

- Los resultados.
  - No pudo soltar 4 pernos de los cinco. Solo él pudo soltar un perno. Sin embargo…
  - El perno ya se había roto.

—Te sugiero que lleves este coche a un taller de mantenimiento profesional para repararlo, porque otros pernos también podrían estar rotos —finalmente le aconsejé a James.

Resumiendo ... En este tema "**2.1 Control del par de apriete**", utilicé la caja del perno del cubo de la rueda del neumático del automóvil. Y este caso es igual a cualquier perno:

- El perno tiene un punto de fluencia y el límite elástico.
- La fuerza axial del perno se controla con el par de apriete.
- El par está limitado por el tamaño y la fuerza individuales.

2.2.- Influencia del coeficiente de fricción en la fuera axial

Es importante aplicar el par estándar para apretar el perno. Sin embargo, la idea de simplemente aplicar torque estándar no es suficiente. Y es necesario considerar la condición del perno y la tuerca.

En otras palabras, la fuerza axial necesaria y el torque están relacionados con la condición del perno y la tuerca, y dependiendo de esta condición, la fuerza axial varía a pesar de que el par de apriete sea estándar.

Incluso si el torque es constante, la fuerza axial varía. Pero… ¿cuál es la causa de la variación?: Lubricante, factor mecánico del perno y (parte de) la tuerca, ambiente, velocidad de ajuste, uso repetido del perno.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Por cierto, la relación del par de apriete y la fuerza axial se calcula como la siguiente fórmula:

$$T = k \cdot d \cdot Ff \qquad \text{ó} \qquad Ff = \frac{T}{k}\, d$$

T	*Torque/Par de apriete.*	*k*	*Coeficiente de Torque/Par.*
d	*Diámetro del perno.*	*Ff*	*Fuerza axial.*

Por ejemplo:

- Si un perno se aprieta con **400N**. Y;
  El perno es **M20** (diámetro: 20mm);

- a fuerza axial *Ff,* es calculada de la manera siguiente:

$$Ff = \frac{400\ N}{\frac{0.2 \cdot 20mm}{1000}} = \frac{400\ N}{0.2 \cdot 0.02m} = 100.000\ N$$

$$100.000\ N = \mathbf{10.200}\boldsymbol{k\ gfm}.$$

  Si ejecutamos el apriete con un Torque de 400N, la fuerza axial necesaria es de unas **10 Tm**.

- Ahora *k*, el Coeficiente del Torque/Par. Se puede usar un valor de "**0,2**" temporalmente.
  Pero ese valor es muy sensible a las condiciones particulares del apriete, anteriores.
- En condición normal de lubricación, *k*, el Coeficiente de Torque/Par varía desde:

  0.14 ~ 0.20 ~ 0.26

- En condiciones de baja fricción, *k*, el Coeficiente de Torque/Par sería:

  0.10 ~ 0.15 ~ 0.20

Por ejemplo, en las condiciones anteriores:

- Para un Torque/Par de apriete *T=400N*; Y usando una condición normal de lubricación en *k*.

$$Ff\ (mínimo) = \frac{400}{\frac{0.14 \cdot 20}{1000}} = \frac{400}{0.14 \cdot 0.02} = 142{,}875\ N \ \text{ ó } \ \mathbf{14{,}571}\ \boldsymbol{kgf}$$

$$Ff\ (máximo) = \frac{400}{\frac{0.26 \cdot 20}{1000}} = \frac{400}{0.26 \cdot 0.02} = 76{,}923N \text{ ó } \mathbf{7{,}846}\ \boldsymbol{kgf}$$

Como usted puede entender, dependiendo de la condición, se producen casi el doble de diferencias.

Por lo tanto, el control de condición de perno y tuerca es importante, así como el control de par[18].

[18] **Bolt torque calculator metric (UTS and Metric VDI 2230 - ENG):** http://www.online-iso-calculator.com/online-bolt-torque-calculator-metric-vdi-2330/index.php
Cálculo online par de apriete de tornillos (Métrico - ESP): http://www.online-iso-calculator.com/Calculo_par_de_Apriete/index.php

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

2.3.- Trabajo de apriete del perno y tuerca

Entrenamiento del trabajo de apriete.

Describiré ahora el entrenamiento del ariete del perno y, también, los métodos de medición del Par o Torque.

De hecho, es difícil enseñarlo en una teoría, porque no hay otra manera que cultivar la sensibilidad por medio del propio cuerpo.

Como usted comprenderá, el ajuste del perno es un trabajo fundamental en una línea de mantenimiento y ensamblaje de maquinaria (tal como la imagen de la industria del automóvil).

El ajuste del perno en la línea de producción de ensamblaje y el caso de mantenimiento de la máquina son diferentes en la frecuencia y en la ejecución.

Aquí, describo el entrenamiento de ajuste del caso del mantenimiento.

Preparación

Elementos: mesa de trabajo, tornillo de banco, llave dinamométrica digital, llave inglesa, llave de vaso con carraca, marcador de pintura y marcador permanente, piezas de prueba (2 placas de acero), pernos y tuercas, tabla estándar de par del par de apriete.

Procedimiento de entrenamiento

Entrenamiento de fijación de 2 placas con pernos y tuercas.

1) Hacer agujeros de 2 placas de acero. Varios tamaños de orificios (6 diámetros diferentes)
2) Agujeros de centrado de 2 placas, que se fijan en la mesa de trabajo con tornillo de banco.
3) Insertar los pernos apropiados (seis tipos de tamaño) y tuercas.
4) Apriete con una llave fija o, llave inglesa o de carraca de vaso.
5) Apretar y medir el torque con una llave dinamométrica digital y registrar.
6) Repetir 3) a 4) para aprender el sentido y la sensación.

En el proceso 5), medir el torque con el método de medición de reajuste y registrar los datos numéricos. Luego, se requiere que el estudiante aprenda el sentido y la sensación de la fuerza de apriete que se requiere en la tabla de torque estándar.

No es posible aprender el sentido y la sensación de fuerza de ajuste en una sola prueba. Luego se requiere aprender en un entrenamiento repetido y modificar las condiciones del entorno y la lubricación.

Método de medición del Reajuste

Ahora bien, en el par de medición en el entrenamiento de apriete, generalmente recomiendo usar el "***método de medición de reajuste***" con una llave dinamométrica digital. No solo en el caso del entrenamiento, sino también en el mantenimiento de la máquina Gemba, se requiere el control de torque y su inspección rutinaria mediante las listas de chequeo.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Hay 3 métodos representativos que son:

a) Método de Par de Retorno
b) Método de Reajuste, y;
c) Método de marcado.

Y recientemente se desarrolló otro método que es el método del Punto T.

Simplemente los presento como la siguiente tabla de métodos de medición y ajuste.

Método	Par de Retorno	Reajuste	Marcado	Punto T
Descrición	Afloje el perno apretado con una llave dinamométrica y mida el valor de par cuando el perno gira	Reapretar los pernos con una llave dinamométrica, mida el valor de par cuando el perno es ajustado por segunda vez.	El valor de par cuando se aprieta el perno se marca, una vez aflojado, y se aprieta de nuevo, a la posición de la marca.	Los pernos apretados se vuelven a apretar con una llave dinamométrica y el valor de par que se calcula a partir de la forma de la onda θ - T cuando gira de nuevo.
Proporción	0.6 ~ 0.9 (media: 0.8)	0.9 ~ 1.2 (media: 1.05)	0.9 ~ 1.1 (media: 1.0)	0.9 ~ 1.1 (media: 1.0)
Méritos & Deméritos	Se puede medir con relativa facilidad. El perno aflojado debe apretarse nuevamente. A menudo se usa en métricas por debajo de M4	Es posible medir con precisión cuando se entiende claramente que está corriendo. Puede ser, por ejemplo, después de la inspección.	Toma tiempo y esfuerzo. Después de la inspección, puede estar en el mismo estado.	Es posible medir con precisión cuando se repara el trabajo con el que se aprieta el perno. Puede ejecutarse después de la inspección. No hay diferencia individual
Habilidades	No require habilidades especiales	Require de habilidades especiales	Require de habilidades especiales	No require habilidades especiales

…Tomados del "Tounichi Torque Handbook"[19]

Método del Punto T

Recientemente es posible obtener la herramienta de análisis de forma de onda y es posible ver el fenómeno en un dispositivo electónico. Dichas herramientas se utilizan para la automatización de la prueba sensorial, cuantificar los criterios y eliminar las variaciones en el juicio de inspección, libre de la experiencia que depende de, estabilizar la calidad y, también, los datos de medición, los resultados de la inspección se pueden registrar.

[19] **Torque Technical Data:** https://www.tohnichi.com/torque-technical-data.htm

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Puede ser utilizado para reproducción del sonido y control de calidad después del envío o la entrega del producto.

Por cierto, el entrenamiento de apriete de pernos no es solo para el mantenimiento de la máquina. Y es muy importante la capacitación para el Gemba de producción, obviamente, en una línea de montaje.

Por supuesto, la línea de producción proporciona una llave de control de par adecuada para el trabajo de ajuste. Sin embargo, la enseñanza y el entrenamiento del ajuste de pernos es esencial.

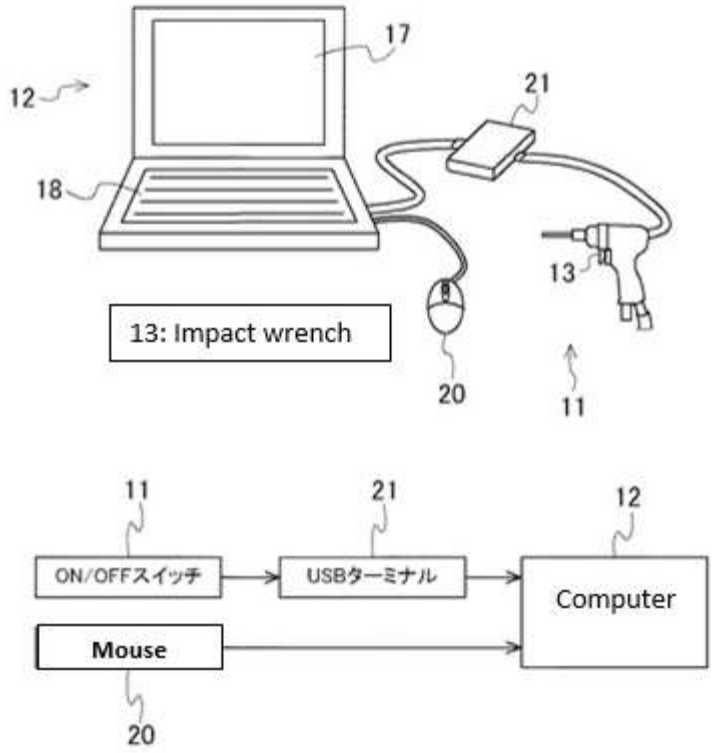
A continuación, se muestra una patente del kit de entrenamiento de apriete de pernos, solicitado por una patente de Toyota (en 2010).

Omito la explicación detallada y explico el esquema.

Máquina de entrenamiento de apriete de pernos

Convencionalmente, se ha realizado una operación de apriete de pernos utilizando una máquina de apriete de pernos que no tiene un sensor de par y que no tiene la función de controlar el par de apriete dependiendo de la sensación del operador.

En detalle, cuando por medio de la máquina de apriete de pernos se ejecuta la maniobra de ajuste del perno al objeto que se va a sujetar, el operador verifica visualmente el movimiento de la broca y el casquillo de la máquina de apriete de pernos, y además, el trabajador aprieta la máquina de apriete de pernos mediante un confirmando del sonido y el tiempo para detener la conducción de la máquina de apriete de pernos contra el movimiento de la broca y la toma de la máquina de apriete de pernos y el sonido de apriete, y aprieta el perno con un ángulo de apriete y un par de apriete apropiados.



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

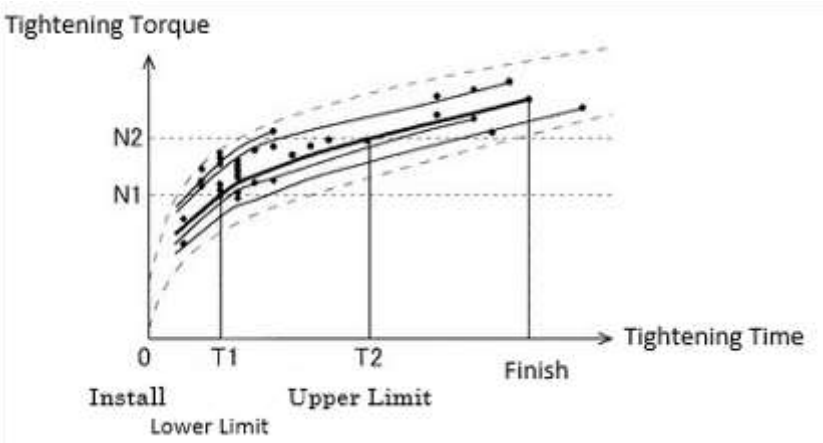
Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Convencionalmente, en el entrenamiento de operación de la máquina de apriete de pernos antes mencionada, el entrenador asiste al lado del aprendiz mientras apretaba el perno con una máquina de apriete de pernos. Luego, el capacitador confirma del sonido y el tiempo de apriete en ese mismo momento y, juzga al aprendiz si la operación de la máquina de apriete de tornillos se juzgó o no correctamente por los sentidos del tacto y del oído.

Por esta razón, los entrenadores tienen que entrenarse uno a uno. Además, el sonido de apriete y el tiempo de apriete en un trabajo de ajuste apropiado no eran criterios objetivos claros y dependían de la intuición del entrenador, de la habilidad, y por esta razón, el aprendiz toma su tiempo para entender adecuadamente.

Además, dado que en realidad es el perno apretado por el aprendiz en el método de entrenamiento descrito anteriormente, se ha producido un intercambio y eliminación de consumibles tales como pernos, etc.

Esta solicitud de patente tiene la imagen anterior y la siguiente.



Como usted entiende, este juego de entrenamiento pretende visualizar la correlación de torque y tiempo.

El método de medición del Punto T y este kit de entrenamiento de torque pretenden monitorear el Par/Torque con el uso de una computadora o un osciloscopio.

Esta solicitud de patente de Toyota se realizó en 2010. Y hoy en día está en proceso de incorporación de tecnología de Inteligencia Artificial. Y no es tan difícil dejar que IA aprenda la forma de onda θ - T apropiada para cada tipo y tamaño de perno y tuerca.

Pero por favor comprenda que esta es la historia de "Aprender por medio del entrenamiento". Y, también, finalmente el entrenamiento es entrenamiento de la parte "sensorial" del operador.

En realidad, aun así y ahora, no es posible apretar un tornillo con el robot de soporte, incluso por medio del "Robot Yasukawa".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

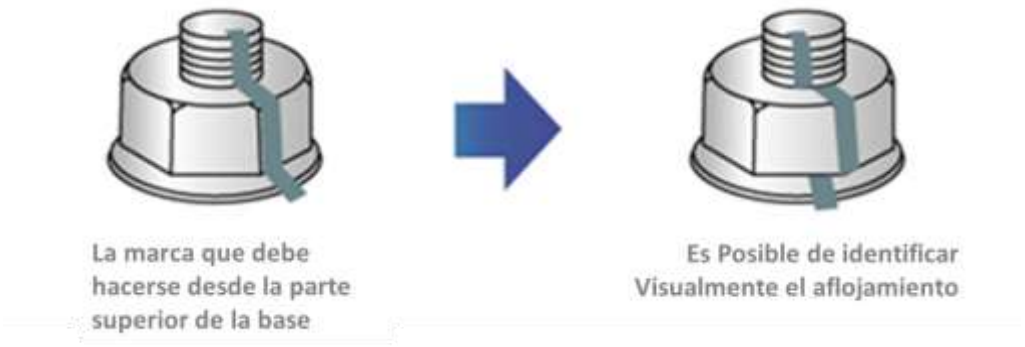
To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

3. Conociendo la Fuerza Axial y el coeficiente de alargamiento

3.1.- Apriete de la tuerca por control de ángulo de rotación

De nuevo, me gustaría usar la imagen siguiente.



Al apretar la tuerca, hacer una marca como la anterior es un método muy simple y fácil de controlar el par de apriete.

Cuando se mide y se ajusta el torque en un mantenimiento, el método de Marcado, que una es aflojar y volver a apretar el perno en la posición marcada y, confirmar por medio de la medición digital su torque, es un método muy recomendable.

Para los pernos revestidos y similares, es necesario prestar atención al hecho de que existe una influencia, como el alargamiento del perno en el gran cambio del coeficiente de fricción, el ajuste del punto de fluencia con una alta tasa de unión, etc., es un posible método de inspección. Sin embargo, toma tiempo y esfuerzo medir.

Esta marca de perno generalmente se usa en la línea de producción y en labores de mantenimiento.

3.2.- Apriete Plástico

En apretar el perno, hay algunos casos especiales con varios requisitos. Y entre estos casos, está el caso de requerir un control estricto. Y, el caso del control aproximado que tiene como objetivo el requerimiento de no aflojarse durante una aplicación específica y no convertirse en un serio problema, incluso si se perdiera. Y en el caso de ser requerido un estricto control, existe el caso de que se requiera que los pernos se aprieten en la inspección y se cambien regularmente (tal caso de rueda de neumático) con la característica especial de la posible pérdida de un perno. Y el caso sería el de buscar la fuerza axial constante y permanente en vez del reemplazo del perno.

La descripción aquí es el caso de la fuerza axial constante y permanente. Pero, antes de ir a este tema, necesito describir 3 métodos de ajuste de pernos.

En el método general de ajuste, hay 3 métodos representativos que son

1) Ajuste del método de torque (método de torque o método del par);
2) Ajuste del método del ángulo de rotación (método del ángulo de rotación) y;
3) Ajuste del método de gradiente de par (método de gradiente de par).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

En esta columna, y antes de continuar con el punto 3.2), explicaré el Método de Torque.

La comparación de estos métodos es:

Método de Torque:

El Método de Torque es un método de control de apriete que utiliza una relación lineal en el rango elástico entre el par de apriete y la fuerza axial de apriete.

Debido a que es un método de administrar solo el par de apriete en el trabajo de apriete, es un método de manejo de apriete relativamente simple que puede realizarse con una llave dinamométrica y está ampliamente extendido en general en la industria.

Sin embargo, no todos los pares de apriete actúan como una fuerza axial, sino que se consumen por la fricción de la superficie de contacto del perno y la tuerca.

Por lo tanto, incluso si se aprieta con el mismo par, debido a las variaciones de fuerza axial, debido a la rugosidad de la superficie, las condiciones de lubricación, etc. Por lo tanto, es necesario tener cuidado con las características de fricción.

En resumen, no se puede esperar que este método tenga una buena precisión.

Método de Ángulo de Rotación:

El Método de Ángulo de Rotación es un método para controlar la fuerza axial de apriete controlando el ángulo de rotación de apriete de la cabeza del perno y la tuerca desde el punto de enganche, como la placa de escala de indexación del ángulo (transportador) y el detector eléctrico. Se puede usar para rangos de apriete elástico y plástico.

Punto de enganche: El punto de enganche es el punto donde se encuentra el punto del par de apriete necesario para las superficies del perno y para el contacto cercano.

Pero en realidad, en el ajuste del rango elástico, debido al cambio en la fuerza axial (debido al ángulo de rotación tiende a variar ampliamente), se usa de forma más general un método de torque que sea más fácil de trabajar.

Por otro lado, el ajuste en el rango plástico, debido al cambio en la fuerza axial (debido al error del ángulo de rotación) se vuelve pequeño, es posible controlar el ángulo mediante observación visual usando la forma hexagonal de la cabeza del perno y de la tuerca.

Por lo tanto, este método se usa solo en el rango de ajuste plástico.

Método de Gradiente de Par:

El Método de Gradiente de Par es un método de apriete que utiliza la característica de que la fuerza axial de apriete del perno cuando ésta excede el límite elástico, el alargamiento aumenta bruscamente contra la fuerza axial.

Detectando el par de apriete y el ángulo de rotación con un sensor eléctrico, etc., calculando el punto de cambio entre la región elástica y la región de plástico, y apretando con el límite del rango elástico.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

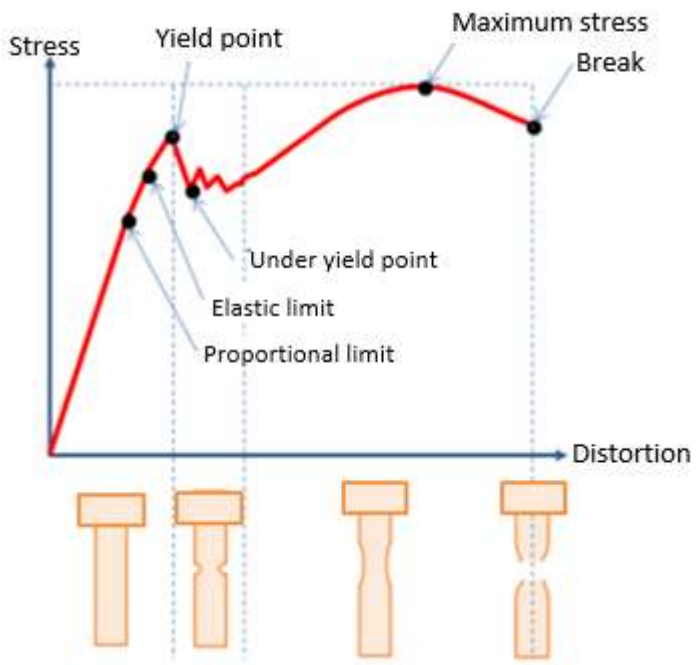
To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

El equipo necesario es más grande que los otros métodos, pero debido a la variación debida únicamente al punto de fluencia del material, es un método con menos variación en la fuerza axial que el método de torque y el método de ángulo de rotación.

Por la razón anterior, se usa cuando se requiere una alta confiabilidad de ajuste, como el motor del automóvil y en los pernos de culata del motor.

De nuevo, permítame por favor, usar la siguiente imagen:



El Método de Gradiente de Par generalmente se usa en el rango de rango elástico. Mientras que el Método de Torque se usa por debajo del rango elástico.

Método de ángulo de rotación: Para ser utilizado en el rango de rango de plástico.

Al apretar la tuerca, hacer una marca como la anterior es un método muy simple y fácil de controlar el par apretado.

Nota: *la curva superior en la imagen no es real, pero se exagera para explicar el punto de fluencia y el alargamiento. Por favor, interprétela con precaución.*

Comparación del Coeficiente Q de apriete:

Método	Índice de apriete	Rango de apriete	Coeficiente Q
Método del Torque	Ariete de Torque /Par	Rango Elástico	**1.4 ~ 3.0**
Método del Ángulo de Rotación	Apriete del Ángulo de Rotación	Rango Elástico	**1.5 ~ 3.0**
		Rango Plástico	**1.2**
Método del Gradiente de Torque	Gradiente de par de apriete contra el Ángulo de apriete	Rango Elástico	**1.2**

El **coeficiente de ajuste Q** es un valor obtenido dividiendo el valor máximo de la fuerza axial por el valor mínimo y es un valor que representa la magnitud de la variación. Cuanto mayor es el valor de Q, mayor es la variación. De hecho, se ve claramente que el Método de Torque y el Método del Ángulo de Rotación, en el rango elástico tienen grandes variaciones.

Como otros métodos de ajuste, existen métodos de elongación de medición, aplicación de método de fuerza y aplicación de método de calor. Pero aquí, omito estas explicaciones, porque no son muy populares.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Ahora la historia de "Ajuste plástico" ...

Ajuste Plástico

en la imagen y la tabla de arriba, el Método de Ángulo de Rotación corresponde a este Ajuste Plástico.

Como escribí anteriormente, el Método del Ángulo de Rotación se puede usar en gamas elásticas y plásticas. Sin embargo, el uso en el rango elástico es más variable que el uso del rango de plástico. Por lo tanto, en general se usa solo para el rango de plástico. Este método también se usa para el ensamblaje del motor.

De nuevo…

El apriete del perno generalmente se realiza en el rango elástico donde el par de apriete y el ángulo de rotación del perno aumentan en proporción. El perno de ajuste en la gama plástica funciona en un rango plástico donde el perno se aprieta más allá de este rango elástico y solo cambia el ángulo de rotación del perno, de modo que el par de apriete no cambia.

Esto permite reducir la desigualdad de la fuerza axial contra la variación en el ángulo de rotación, para obtener una fuerza axial estable y al mismo tiempo obtener una gran fuerza axial, por lo que se usa para puntos de apriete importantes tales como los pernos de culata, el perno de la tapa del cojinete, etc.

En el entrenamiento de apriete de pernos, no entreno este, sino solo el Método de Torque.

Así hice una conferencia sobre otros 2 métodos.

4.- Paro de aflojamiento para mantener la fuerza axial

1) Tuerca doble
2) Aflojar el tope que se someterá al procesamiento en la tuerca
3) La causa de la holgura es un control incorrecto de fuerza axial.

...

Así terminaría el tema del entrenamiento del perno. Pero antes de cerrar este tema, presentaré la última historia del perno de la llanta de automóvil de James.

Como escribí antes, James (estudiante de TPM) apretó los tornillos de rueda por sí mismo. Pero cuando verificamos los pernos, un perno se rompió debido a su ajuste excesivo.

Y reconocí que ignoraban la importancia de apretar y controlar los tornillos.

Luego, como educación, les pedí que verificaran por qué se había roto el cerrojo y que hicieran una presentación. Y discutieron y verificaron la causa en el cálculo e hicieron la presentación como sigue.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

Para el control de apriete de pernos y tuercas, el método de Control del Torque (o Control del Par) es popular y fácil. Entonces aprendemos este método. Para repetir este aprendizaje, revisamos y verificamos el caso del ajuste del perno de la rueda del automóvil James.

- La relación entre la fuerza Axial y el Par/Torque es:

$$\text{Torque } T = L \cdot Ff$$

L Distancia al perno.
Ff Fuerza Axial.

- Cálculo del Par/Torque aplicado.

$$T = 0{,}25m \cdot 110kg = 27{,}5kgf$$
$$1kgf = 9{,}807N$$

- **Por lo tanto;**

$$27.5\text{kgf}\cdot\text{m} = 27{,}5 \cdot 9{,}807 = 269{,}7\ \text{N}\cdot\text{m}$$

James aplicó un Par/Torque de **269,7 N· m**

- Por otro lado, el Par/Torque estándar es de 108 N· m.
  (108 N· m es temporalmente asumido como estándar, en este caso)

- **Así;** Es comprensible por qué el perno se rompa con una fuerza aplicada de 269.7 N·m. Debido a que es más del doble del par estándar. Pero aún hay una duda. ¿Por qué se rompió con 269,7 N·m?
- **Así;** nuestra tarea adicional es verificar la causa por la cual se rompió en 269.7 N · m. Y… Calculamos y verificamos como sigue.
- Para continuar con este trabajo, es necesario verificar otro factor que sea la resistencia del perno.
  <u>Resistencia del perno:</u>
  Hay 10 rangos. Y;
  Al investigar su rueda y el perno, no pudimos identificar la resistencia del perno, debido a que no había marcas en la cabeza del perno.
- **Por lo tanto;** Para el cálculo decidimos asignar un valor temporal a esta resistencia del perno, Y unas condiciones adicionales…
  <u>Condiciones adicionales:</u>
  Resistencia del perno: 6.8
  Tamaño del perno: M12 (comprobamos el diámetro del perno)
  El significado de la Resistencia del perno de 6.8 es un estrés máximo de 600 N/mm² y el límite de fluencia (Yield Point) de 480 N/mm².
  Yield point = 600 N/mm² x 80% = 480 N/mm²
  <u>Verification:</u>

- La relación entre el Torque y la Fuerza Axial es:

$$T = kd \cdot Fa$$

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE

d *diámetro del perno*
Fa *Fuera axial.*
k *Coeficiente de Torque (is aproximadamente de 0,2)*
d *12mm (M12 y 12/1000 m)*
Torque T = 269.7 N·m
Fuerza axial Fa = T/kd

- **Entonces;**

$$Fa = \frac{269.7\ N \cdot m}{\frac{0.2 \cdot 12}{1000}} = \frac{269.7\ \cdot 1000}{0.2\ \cdot 12} = 112{,}375N$$

- **Por lo tanto;** una fuerza axial de 112,375N is añadida al perno… a cada uno de los pernos de manera unitaria.
  Y la sección efectiva de corte de un M12 es de 84,3mm².
  Así, un perno tiene montañas y valles como arte del tornillo, y la sección efectiva del corte es proporcionada por el tamaño y el tipo de rosca de ese perno.

- **Así;**
  Fa es:

$$Fa = \frac{112.375N}{84.3} = 1{,}333.0\ N/mm^2.$$

  El punto de fluencia (Yield Point) es de 480 N/mm² y el punto de máximo estrés es de 600 N/mm².

  Así, James apretó los pernos con más de la fuerza axial doble de la tensión máxima de este perno. ¿De hecho es James estúpido? ... No. También nosotros éramos estúpidos e ignorantes.

Terminaría el entrenamiento de apretar tornillos, en Jishu-Hozen. Omití la descripción del punto **4. Paro de aflojamiento para mantener la fuerza axial.** Pero creo que podría usted estudiarlo por usted mismo.

Entonces apresurémonos a seguir… Luego, escribo el tema de **Seiso** en Jishu-Hozen.

Koichi Kimura CC BY-NC-ND 4.0 – Julio de 2018.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Factory Management Institute
COOPERATING TO REACH EXCELLENCE